平成24年度
レーザ機器の安全・安心に関する
調査研究報告書

2013(平成25)年3月

一般財団法人光産業技術振興協会

日本が生んだ世界のスポーツ
KEIRIN

この事業は，競輪の補助金を受けて実施したものです。

http://ringring-keirin.jp

はじめに

一般財団法人光産業技術振興協会は、1980 年の設立以来、社会的ニーズに適応する光技術の調査、研究、開発、標準化及びその成果普及を通じて、光産業技術の総合的育成、振興を図るとともに、関連産業の高度化と国民生活の向上に資し、もってわが国経済社会の発展に寄与することを目的として活動している。

光産業技術は 21 世紀社会の発展の主役のひとつになると言われており、情報通信、ディスプレイ・照明、情報記録、情報入出力、レーザ加工、センシング・計測、医療、農業等での活用を通じて、様々な産業において新たな付加価値を創造し続けることが期待されている。さらに、地球環境問題・エネルギー問題の解決、食の安全の確保を始めとする安全安心な社会の実現に大きく貢献できるものと考えられている。日本の光産業は、景気の影響を受けての浮沈はあるが、国内生産額 7~8 兆円が見込まれる一大産業に成長しており、光技術の絶え間ない革新に支えられ、今後も引き続き、大きく発展していくものと思われる。

既にレーザ技術及びその技術を活用した機器は、例えば、光通信・光ディスク・レーザプリンタ・レーザ加工機・バーコード読み取り機・レーザポインタ・レーシックなど、社会生活に欠くことのできないものとなってきている。このように、本来、安全・安心な社会環境を保持するための技術であり、家庭生活にも広範に普及しつつあるレーザは、一方で、その不適切な取扱いによって、病院での手術中の事故、製造現場又は遊戯中の目への誤照射による失明事故、実験中の不適格な遮蔽板・暗幕等への照射による火災事故などが起きており、レーザ安全性の問題に対する多面的な対応が求められている。

レーザ安全の国際標準化は、IEC/TC 76 で審議・作成されており、我が国の国内規格である JIS は、IEC 規格に沿って制定されている。しかし、現状では IEC で発行された全てのレーザ安全の規格が JIS 化されてはおらず、国内規格が完全に整備されている状況ではないので、JIS 整備をよりすすめることが望まれる。

また、このような事故を未然に防ぎ、家庭から製造現場に渡る広範な社会の「安全・安心」に資するために、光協会は、レーザ安全スクールを毎年開催し、レーザ取扱技術者試験を毎年実施している。しかし、スクールは試験に合格するための勉強の色彩が濃く、レーザの安全性の啓蒙を図るためにより適切なシンポジウムの開催が望まれている。

このような背景のもとに、光協会は、JKA 補助事業の一環として、平成 24 年度にレーザ機器の安全・安心に関する調査委員会を構築し、産業界のみならず高度に情報化された社会生活の安全・安心のための調査研究活動を行った。本報告書は平成 24 年度のレーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会の活動をまとめたものである。主要な事項は、次のとおりである。

1. 国内の専門家、使用者からなる調査研究委員会の構築、及び標準化及び安全性に関する審議報告
2. 国際標準化会議等へ専門家を派遣し、標準化関連について行った調査活動の報告
3. 国際規格に対応した JIS 制定の準備に資するために行った国際規格の翻訳に関する報告
4. レーザ機器の安全・安心に関する標準化国際シンポジウムの開催報告

なお、レーザ機器の安全・安心に関する調査は、継続して実施し、その高度化及び普及・定着を図ってゆくことが必要であるので、平成 25 年度も引き続き実施されることが望まれる。

本調査研究について協力を惜しまれなかった協力企業各社と精力的に活動いただいた委員各位とに心から感謝申し上げたい。なお、本事業は競輪の補助金を受けて実施したものである。

2013（平成 25）年 3 月

レーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会

委員長　鷲尾　邦彦

2012（平成 24）年度レーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会委員名簿

（敬称略、五十音順）

委員長	鷲尾 邦彦	有限会社パラダイムレーザーリサーチ　取締役社長
委　員	家久 信明	ミヤチテクノス株式会社　執行役員マーケティング担当　業務企画本部長
委　員	石黒 宏明	株式会社アマダ　板金機械開発本部レーザ発振器開発部　発振器開発グループ
委　員	上原　実	株式会社 IHI　営業・グローバル戦略本部　総合営業部　営業グループ　主幹
委　員	北林 和大	株式会社フジクラ　光電子技術研究所　光技術研究部
委　員	立原 克法	一般財団法人日本品質保証機構　安全電磁センター　試験部 医療機器・信頼性試験課　課長
委　員	中西 孝子	昭和大学　医学部　生理学講座　生体制御学部門　准教授
委　員	橋新 裕一	近畿大学　理工学部　電気電子工学科　（レーザー応用工学）　教授
委　員	藤崎　晃	古河電気工業株式会社　情報通信カンパニー　次世代レーザ事業推進チーム マネージャー
委　員	増田 岳夫	一般財団法人光産業技術振興協会　開発部次長（兼）標準化室長
委　員	三瓶 和久	前田工業株式会社　レーザ事業部長
委　員	三橋 正示	ソニー株式会社　プロフェッショナル・ソリューション事業本部 ビジュアルプレゼンテーション・ソリューション事業部　光学技術部 製品安全チーフコーディネーター
委　員	森　清和	日産自動車株式会社　車両生産技術本部　車両技術開発試作部 総括・企画グループ　エキスパートリーダー
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞ	中井 忠彦	三菱電線工業株式会社　高機能品事業本部　光部品事業部 営業部　光部品営業課
事務局	村田 健治	一般財団法人光産業技術振興協会　開発部　主幹　担当
事務局	小林 多実	一般財団法人光産業技術振興協会　開発部　副担当

2012（平成 24）年度レーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会委員以外の執筆者名簿

（敬称略）

（シンポジウム講師）

Jerome E. Dennis	Consultant（USA）
John O'Hagan	Group Leader, Laser and Optical Radiation Dosimetry Group, Health Protection Agency（UK）

目　　次

はじめに …… i
委員会名簿　2012（平成 24）年度レーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会 …… ii
執筆者名簿　2012（平成 24）年度レーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会委員以外 …… ii

第 1 章　調査研究概要 …… 1
1.1　調査の背景及び目的 …… 1
1.2　調査の概要 …… 1
1.3　委員会開催状況 …… 2

第 2 章　国際会議の調査 …… 3
2.1　調査の目的と概要 …… 3
2.2　出張報告 …… 3
2.2.1　IEC/TC 76 ディドコット会合 …… 3
2.2.2　FiSC2012 …… 12

第 3 章　国際規格の翻訳 …… 22
3.1　翻訳の目的と概要 …… 22
3.2　翻訳 …… 22
3.2.1　ISO 11553-1 Ed.1 …… 23
3.2.2　IEC 60825-1 Ed.2.0 ISH-01 …… 38
3.2.3　IEC 60825-1 Ed.2.0 ISH-02 …… 40

第 4 章　標準化国際シンポジウム …… 42
4.1　シンポジウムの目的 …… 42
4.2　シンポジウムの実施概要 …… 42
4.3　講演予稿 …… 42
4.3.1　日本のレーザ機器の安全・安心―現状と課題― …… 43
4.3.2　レーザ機器の米国への輸出時の留意点 …… 75
4.3.3　レーザ安全に関する欧州の法律と規格 …… 87
4.3.4　照射型プロジェクタ光源のレーザ化と安全規格 …… 100

おわりに …… 120

補助資料 …… 121
A　シンポジウムのアンケート結果 …… 121
B　レーザ安全関係 IEC/ISO/JIS 一覧表 …… 125

第１章　調査研究概要

1.1　調査研究の背景及び目的

レーザ技術及びその技術を活用した機器は、例えば、光通信・光ディスク・レーザプリンタ・レーザ加工機・バーコード読み取り機・レーザポインタ・レーシックなど、社会生活に欠くことのできないものとなってきている。このように、本来、安全・安心な社会環境を保持するための技術であり、家庭生活にも広範に普及しつつあるレーザは、一方で、その不適切な取扱いによって、病院での手術中の事故、製造現場又は遊戯中の目への誤照射による失明事故、実験中の不適格な遮蔽板・暗幕等への照射による火災事故などが起きており、レーザ安全性の問題に対する多面的な対応が求められている。

レーザ安全の国際標準化は、IEC/TC 76 で審議・作成されており、我が国の国内規格である JIS は、IEC 規格に沿って制定されている。一般財団法人光産業技術振興協会（以下「光協会」という）は 1980（昭和 55）年の設立以来、1980 年に制定された JIS C 6801（レーザ安全用語）をはじめとして、JIS C 6802（レーザ製品の安全基準）を中心に、JIS C 6803（レーザ製品の安全－光ファイバ通信の安全)、JIS C 6804（レーザ製品の安全－情報伝達のための光無線システムのための安全）などを制定・改正してきた、しかし、現状では IEC で発行された全てのレーザ安全の規格が JIS 化されてはおらず､国内規格が完全に整備されている状況ではないので、JIS 整備をよりすすめることが望まれる。

また、このような事故を未然に防ぎ、家庭から製造現場に渡る広範な社会の「安全・安心」に資するために、光協会は、レーザ安全スクールを毎年開催し、レーザ取扱技術者試験を毎年実施している。しかし、スクールは試験に合格するための勉強の色彩が濃く、安全性の啓蒙を図るためにより適切なシンポジウムの開催が望まれている。

1.2　調査研究の概要

上記の目的のため、レーザの安全に関し、包括的な安全指針が法規化されていない我が国では、JIS の整備、専門家による安全性の認識・広報活動が、産業界のみならず高度に情報化された社会生活の安全・安心のために求められている。

具体的には、次のような調査研究活動を行う。

－　国内の専門家、使用者からなる調査研究委員会を構築し、標準化などの安全性審議の場を提供する。
－　国際標準化会議へ専門家を派遣し、標準化のための意見交換・情報収集を行う。
－　国際規格の翻訳を行い、国際規格に対応した JIS 制定の準備を行う。
－　レーザ安全性シンポジウムを開催し、安全性に対する注意を喚起するとともに安全な使用法の啓蒙を図る。

1.3　委員会開催状況

本年度の委員会の開催状況を次に示す。

第 1 回委員会：　平成 24 年 12 月 4 日（火）
- ・委員長選出
- ・調査研究方針の確認
- ・出張報告
- ・委員会実施事項の確認

第 2 回委員会：　平成 25 年 1 月 24 日（木）
- ・前回議事録の確認
- ・シンポジウム準備状況の確認
- ・ビームデリバリ関連規定の改善策議論
- ・IEC 規格本体及び解釈票翻訳状況確認

第 3 回委員会：　平成 25 年 3 月 6 日（水）
- ・前回議事録の確認
- ・シンポジウム開催結果の確認
- ・ビームデリバリ関連の進捗状況報告
- ・報告書目次・分担確認

第 2 章　国際会議の調査

2.1　調査研究の目的と概要

国際規格の翻訳及びレーザ安全性シンポジウムを開催するための審議のためには、国内の専門家、使用者からなる調査研究委員会を構築しなければならないが、その方向性を見定めるため、まず国際標準化会議への専門家の派遣が重要と考えられた。

そのため、レーザ機器の安全・安心の標準化の議論の中心的存在である IEC/TC 76（Optical radiation safety and laser equipment）の年会に専門家を派遣することとした。専門家として有限会社パラダイムレーザーリサーチの鷲尾邦彦氏を事務局で選定した。鷲尾氏はコンサルティング会社を経営しているため中立的立場がとりやすいばかりでなく、レーザ機器の安全・安心を調査する上で欠かせない、高出力レーザについての知見に優れておられ、海外でのコネクションも豊富である。

鷲尾氏には、IEC/TC 76 の本年度の年会であるディドコット会合（英国）に出席いただき、プレナリー会合、WG 7（High power lasers）、JWG 10（IEC/ISO - Safety of lasers and laser equipment in an industrial materials processing environment linked to ISO/TC 172/SC 9）の報告をお願いすることにした。WG 7 は文字通り高出力レーザについてのワーキングであり、JWG 10 はもう一つの国際標準化団体である ISO の TC 172/SC 9 とレーザ加工機器の安全に関して共同審議を行っているワーキングである。

IEC/TC 76 ディドコット会合の翌週に 7th FiSC 2012（International Laser Symposium Fiber & Disc）がドレスデン（ドイツ）で行われるため、ファイバレーザ及びディスクレーザの最新動向が把握できる同国際会議にも鷲尾氏に参加いただき、報告をお願いすることとした。

以下に、鷲尾氏による、これら二つの出張報告を掲載する。

2.2　出張報告

2.2.1　IEC/TC 76 ディドコット会合

1. 開催日：
   2012 年 10 月 8 日（月）～12 日（金）
2. 開催場所：Training Centre at the Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards of the Health Protection Agency (HPA), Chilton (Didcot 近郊), Oxfordshire, UK

2.2.1.1　IEC/TC 76 ディドコットプレナリー報告

1. 開催日時：
   第 1 回目のプレナリー会合：2012 年 10 月 8 日（月）9:30am-12:30pm
   第 2 回目のプレナリー会合：2012 年 10 月 12 日（金）9:30am-12:30pm

2. 出席者数：Chairman, Secretary, IEC Central Office、13 ケ国（小計 67 名、内訳：Australia：2 名、Austria：1 名、Belgium：1 名、Canada：1 名、China：10 名、Germany：7 名、Italy：1 名、Japan：11 名、Netherlands：

2 名、Sweden：1 名、Switzerland：1 名、United Kingdom：14 名、USA：16 名)、オブザーバー（UK 3 名、USA 1 名、計 4 名)、合計 75 名

3. 第 1 回目のプレナリー会合の議事内容

3.1　開会

議長が、各国代表に対する歓迎の意とホスト国（UK）への謝意を表し、会議の開催を宣言した。

Didcot 会合のホストを務める HPA から、HPA の活動内容の概要の説明があった。また、BSI Standards の Asghar Ashrafi 氏から、英国における BSI の活動状況に関する概要の説明があった（BSI の職員数、309 名、委員数 8,925 名、現在のプロジェクト数約 7,000、現在発行済みの英国規格数 32,980、1 年間の規格発行数約 2,000)。

また、HPA の O'Hagan 氏から、非常警報が鳴った場合の緊急避難の仕方、WG 会合の部屋割り、インターネットへのアクセス方法、及び交通マップなどに関する説明があった。

3.2　出欠確認

出席者の自己紹介が行われ、各国の代表団長の確認がなされた。

3.3　議題案の承認

議案(76/472A/DA)は、異論がなく、承認された。

3.4　前回会議報告書（76/469/RM）の確認

昨年オーストラリアの Melbourne で開催された TC 76 会合の議事録は、異論なく確認された。

3.5　IEC Central Office からの情報

ISO/IEC Guide 51, Safety aspects – Guideline for their inclusion in standards 及び IEC Guide 104, The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications に関する説明があった。

3.6　各 WG の進捗状況と今回の審議内容（計画）

(1) WG 1 (Optical Radiation Safety)におけるプロジェクト進捗状況について、Convener の D. Sliney 氏から説明がなされ、IEC 60825-1：Edition 3, Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements のドラフトに関する 5 月になされたテレコム会議のレビュー及び今回の Didcot 会合での主な審議事項（意見陳述用委員会原案 76/474/CD に関する各国からのコメントへの対応など）が解説された。レーザの安全性に関するこれまでの長い標準化活動の歴史が紹介され、用語にはそれなりに歴史の重みがあるので、安易な造語や言い換えは慎むべきであることがコメントされた。

(2) WG 3 (Laser Radiation Measurement)におけるプロジェクト進捗状況について、Convener の S. Zimmerman 氏が体調を崩されて出席できなくなったため、代行を務めることになった J. Pfoutz 氏から説明がなされた。本 Didcot 会合では、IEC/TR 60825-13 Ed.2: 2011, Safety of laser products–Part 13: Measurements for classification of laser products の改訂に関して、NOHD を決定するための測定条件及び計算手法などについて審議する。

(3) WG 4 (Safety of medical laser equipment)におけるプロジェクト進捗状況について、Convener の W. Gorisch 氏から説明がなされた。IEC 60601-2-22 Ed.3 Amd.1 (漏れ電流に対する対策) Medical Electrical Equipment：Particular requirements for basic safety and essential performance of surgical, cosmetic, therapeutic and diagnostic laser equipment は 2012 年 11 月に発行される予定である。IEC TR 62471-3

Ed.1 Guidelines for the safe use of intense pulsed light source equipment on humans は 2012 年 10 月かあるいは 11 月にその CDV を配信する予定である。Class 1C に関する事項を既存の規格 IEC 60601-2-22, 及び IEC/DTR 60825-8, Safety of laser products-Part 8: Guidelines for the safe use of laser beams on humans にどう取り入れてこれらの規格を修正すべきか、今回から審議を始める。 また、TC 61(Safety of household and similar electrical appliances)で審議されている IEC 60335-2-XX, Household and similar electrical appliances–Safety- Part 10X: Particular requirements for beauty therapy appliances for household and commercial use についても Class 1C に関する事項をどう取り入れるべきかを審議する。

(4) WG 5 (Safety of fiber optics communications systems)におけるプロジェクト進捗状況について、Acting Convener の G. Zabierek 氏から説明がなされた。今回の Didcot 会合では、TC 86 の活動状況及びシャッタ付き光コネクタの測定条件などに関する日本からのプレゼンを得た後に、IEC 60825-12, Safety of laser products –Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information の改訂案（CD）の審議、IEC 60825-17, Safety of laser products –Part 17: Safety aspects for use of passive optical components and optical cable in high power optical fibre communication systems の DTR 化に向けた CD の審議などがなされる予定である。

(5) WG 7 (High power lasers)の Convener の M. Barrett 氏から、今回 JWG 10 に予定されている審議時間枠の後半を利用して、IEC 60825-4, Laser safety of products–Par 4: Laser guards の附属書 D (Proprietary laser guards testing)に関するドイツからの修正提案に関して審議する予定であることが紹介された。

(6) WG 8 (Development and maintenance of basic standards)におけるプロジェクト進捗状況について、Convener の J. O'Hagan 氏から説明がなされた。本 Didcot 会合では、上記 IEC 60825-1 の改訂案（76/474/CD）に関する WG8 関連事項の審議のほか、ユーザーズガイドに関する改訂案 IEC DTR 60825-14 用ドラフト、製造業者用のチェックリストである IEC TR 60825-5 の改訂、レーザディスプレイ及びショーのガイダンスである IEC TR 60825-3 の改訂並びにレーザポインターを含む一般消費者用レーザ製品に関して議論する予定である。

(7) WG 9 (Non coherent sources)におけるプロジェクト進捗状況について、Convener の W. Horak 氏から説明がなされた。本 Didcot 会議では、IEC 62471:2006, Photobiological safety of lamps and laser systems の改訂案、IEC TR 62471-2:2009, Photobiological safety of lamps and lamp systems - Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety の改訂案、及び新規なプロジェクトである IEC TR 62471-4, Photobiological safety of lamps and lamp systems - Part 4: Measuring methods の作業原案の審議などがなされる予定である。

(8) JWG 10 (IEC/ISO Safety of laser equipment in an industrial materials processing environment)におけるプロジェクト進捗状況について、Convener の T. Lieb 氏から説明がなされた。本 Didcot 会議では、FDIS/CVD 回覧された ISO/IEC 11553-3, Safety of machinery – Laser processing machines – Part 3: Safety requirements for noise reduction and noise measurement methods for laser processing machines and hand held laser processing devices and associated auxiliary equipment (Accuracy grades 2)に対する各国からのコメント及び CEN コンサルタントからのコメントへの対応に関する審議などがなされる予定である。

(9) AAG (運営諮問委員会)の Chairman である増田氏から 10 月 7 日（日）の夕方に開催された AAG 会合で

の審議結果が報告された。オブザーバとして招待された三橋氏（ソニー）から、レーザを用いて創られるインコヒーレント光を利用したプロジェクター用の光源を IEC 62471 に移行させる際の輝度基準値の拡張、その場合の測定方法、並びに光源としては CW のみならず、ある種のパルス光源もクラス分けの対象に含めるべきといった趣旨の提案があった。これらに関しては、WG 1 における IEC 60825-1 及び WG 9 における IEC 62471 に関する審議のなかでさらに議論がなされることになった。

また、TC 76 と TC 61 とのリエーゾンをどうすべきかについて議論し、Sharon Miller 氏をリエーゾンとして指名すべきであることが示唆された。

また、次回の TC 76 会合は、2013 年 9 月 22 日～27 日にドイツ・Frankfurt で開催されること、2 年後の 2014 年は、たぶん日本で開催されるであろうこと、などが報告された。

3.7　Stability Date に関するレビュー

とくに意見はなかった。

3.8　リエーゾンに関するレビュー

TC 76 から TC61 へのリエーゾンとして、米国の Sharon Miller 氏を指名することにつき、各国から異論がなく、承認された。

TC 76 Secretary から、TC 27 Industrial electroheating and electromagnetic processing とのリエーゾンが提案され、どの WG で担当すべきか、まず JWG 10 で検討することになった。

3.9　SBP (Strategic Business Plan)の見直し

TC 76 の Chairman (J. Dennis)より、SBP (76/475/INF)が示され、従来からの変更箇所を黄色でマークしたが、異論及び加筆修正意見はないかとの質問があった。

B.4 Market trends に関して、日本から、鷲尾がフレキシブルファイバビームデリバリを用いた高出力レーザ加工システムの市場が拡大しているので、これについても市場動向に新項目として追加したらどうかと提案したところ、文書にしてグリーンペーパーとして提出してほしいとの要請が Secretary からあった（このため、76/Did Sec/41 を作成し提出した)。

3.10 閉会

その他については、新たな議題がなかったので、次回は 10 月 12 日の午前に開催することにして、第 1 回目のプレナリー会合は、議長の閉会宣言により、予定通り会議を終了した。会議終了後、参加者の集合写真を屋外で撮影した。

4. 第 2 回目のプレナリー会合の議事内容

4.1　開会

議長が会議の開会を宣言した。

4.2　出欠確認

参加者名簿へのサインにより出席を確認した。

4.3　Didcot 会合における各 WG からの進捗状況報告　(詳細は、各 WG の出席報告書参照)

(1) WG 1: Convener の D. Sliney から報告があった。レーザをインコヒーレント光にして用いるプロジェクター用光源に関する取り扱いに関して WG 9 との合同ミーティングで長い議論がなされた。また、皮膚用以外の用途にまで Class 1C レーザ製品の対象を拡張すべきかについての議論などがなされた。

(2) WG 3: Acting Convener の J. Pfoutz 氏から報告があった。IEC 60825-13 の改訂に関しては、NOHD の

計算事例及び Condition 2 を用いる場合の事例などを加える予定である。また、測定と解析との 2 つのセクションに分けることを検討している。

(3) WG 4: Convener の W. Gorisch から報告があった。審議結果は、それぞれのドラフトに反映させた {IEC 60335-2-XX (Did sec 36), IEC 60601-2-22 (Did sec 37)及び IEC/DTR 60825-8 (Did sec 38)}。IEC 60601-2-22 の作業は電子メールで議論を続けて、2013 年 5 月までに CD を作成する予定である。IEC DTR 60825-8 の作業も電子メールで議論を続けるが、2013 年の Frankfurt 会議でもドラフト作成作業が残る見込みである。IEC 60335-2-XX は TC 61/ adhoc WG 30 が主として標準化作業を行うが、NWIP となるであろうから、2013 年に開催される WG 30 の会議までに急いで TC 76/WG 4 の作業を進める。レーザと ILS (Intense Light Source：高輝度ランプ)のみを追記する。家庭用のみを対象とし、医師が扱う場合は IEC 60601-2-22 を適用する。

(4) WG 5: Acting Convener の G. Zabierek 氏から報告があった。WG 5 会合では、TC 86 から渋谷氏 (NEC) からプレゼンがあった。IEC 60825-12 は CC 及び改訂された文書を 2012 年末までに回覧する。60825-17 は DTR の段階に進める。また、IEC 60825-2 は、RR を起草し、レビューを開始する。

(5) WG 7: Convener の M. Barrett 氏から報告があった。ドイツからの提案に基づき、Annex D におけるレーザガードの試験方法に関する規定の改定を審議中である。

(6) WG 8: Convener の O'Hagan 氏から報告があった。IEC/TR 60825-3 の改訂に関しては、O'Hagan がプロジェクトリーダーとして取り組んでいる。関連する活動としては、米国の J. Parkinson 氏らによる ANSI での標準化活動がある。 次回の WG 8 会合は、来年 3 月に Orlando で開催されている ILSC 2013 に合わせで開催する予定である。

(7) WG 9: Convener の W. Horak 氏から報告があった。IEC 62471 に関して、照明分野の IEC/TC 34 との関係についてのコメントがなされた。

(8) JWG 10:Convener の T. Lieb 氏から報告があった。ISO/IEC 11553-3 は、FDIS/CDV に関するコメントへの対応が終わったので、国際規格として発行することを決議するよう提案する。ISO/IEC 11553-1 及び -2 は、規格のメンテナンスによる修正等が必要である。

4.4　採決

(1) TC 76 から TC 27 (Industrial electroheating and electromagnetic processing)へのリエーゾンに関する件

LO (Liaison Officer)については、D. Sliney 氏（米）に委嘱することが承認された。

(2) TC 76 から TC 94 (Personal safety - Protective clothing and equipment)へのリエーゾンに関する件

LO (Liaison Officer)については、R. Henderson 氏(英)に委嘱することが承認された。

(3)SBP（76/475/INF）の修正に関する件

日本提案（76/Did sec/41）が承認された。

(4) 規格のメンテナンス等に関する件

レーザ光をインコヒーレント光として用いるシネマ用プロジェクターに関する WG 9 内で NWIP としてプロジェクトを進める件が承認された。このほか、規格案作成の目標日程の変更や、ドラフトの審議段階の CDV, DTR 等への移行に関する件がいくつか提案され、いずれも承認された。

4.5　その他

(1) 米国代表団長の Robert M. Weiner 氏が今年限りで引退されることが議長から紹介された。20 年を越え

る長期にわたる同氏による多大な貢献に関して、出席者は拍手により、感謝の意を表した。

(2) IEC からのニュース

IEC Central Office の Technical Officer である Pierre Sebellin 氏から、IEC の最近の活動状況及び主なニュース等についての紹介があった。

○IEC では、現在、Smart Grid, Energy　Efficiency, Renewable energies などがホットトピックスになっている。

○最近新設された TC 及び PC としては、次の 3 つがある。

TC 117 Solar Thermal Electric Plants (幹事国：スペイン)

PC 118 Smart Grid User Interface (幹事国：中国)

TC 119 Printed Electronics (幹事国：韓国)

○ISO/IEC Directive の新版が発行された（詳細は AC/17/2012 参照）

○CDV の投票期間が 3 ヶ月に短縮された（詳細は AC/21/2012 参照）

○PWI (Primary Work Item Stage)の期間延長(詳細は AC/12/2012 参照)

○IEC Website の大幅な刷新：2012 年 12 月頃に大幅に刷新される予定である。(myIEC などが新設される)

○IEC の総会の予定　2013-10-21~25　New Delhi, India

2012-11-10~14　Tokyo, Japan

4.6　閉会

議長から、ホスト国（UK）のホスピタリティ、各国代表の会議への参加と貢献について謝辞が述べられ、閉会が宣言され、会議が終了した。

2.2.1.2　IEC/TC 76/WG 7 ディドコット会合報告

1. 日時：2012 年 10 月 9 日（火）　11:00 am－12:30 pm

2. 出席者：Convener（Mike Barrett (UK)）、Secretary（Tom Lieb (USA)）、Germany：3 名、China：2 名、Japan：1 名、オブザーバ（HPA）：1 名

3. 議事

3.1　自己紹介

3.2　議題（76/Didcot/Secretariat/XX）の採択

3.3　IEC 60824-4 の附属書 D の見直しに関する件

独・Erwin Heberer 氏から、IEC 60824-4 の附属書 D に基づいてなされたドイツにおけるレーザガードの試験結果についてのプレゼンがなされた。レーザガードは鉄及びアルミ製の 2 種類についてなされた。しかし、附属書 D に規定された手順では、レーザガードによる保護時間を決めるには統計的なばらつきが大きくなりすぎて、異常な解析結果（例えばマイナスの保護時間など）が出ることがあるということが判明したとの説明があり、試験データの取得方法に関する改善策につき議論した。議論の結果、次のようにして対処することになった。

a. 附属書 D で規定されているサンプル数は現在 6 つであるが、これを最低 10 以上とするよう、附属書 D を修正する必要がある。これについては、規格のメンテナンスとして対処できるであろう。

b. また、高輝度レーザによる長焦点距離のリモートレーザ加工の発達などにより、附属書 D で現在規定している焦点距離の 3 倍の距離での試験は、非実用的となるので、焦点距離の 1 倍ないし 2 倍の距離でも試験できるように、レーザガード（又は保護筐体材料）の試験方法を新規に開発する必要がある。附属書には、測定、計算、及び解釈等の難しさに関して、規格のユーザにとってわかりやすい解説を加えるべきである。これらの作業は、新規提案（NWIP）としてなされることになるであろう。

ドイツにおいてなされた試験結果の知見により、現在の附属書 D の規定には不備があり、このため測定結果の解釈などで問題が生じうることが判明したので、規定を適切に修正する必要がある。修正案は、ドイツが作成し、来年 9 月に Frankfurt にて開催される予定の TC76 会合で議論できるよう、来年 6 月までに WG 内で回覧される。

4.4　その他のビジネス

(1) 76/475/INF への追加修正の件

76/475/INF (SBP document for TC 76)の B.4　Market Trends に、市場拡大している新分野として、"High-power laser processing systems using flexible fibre-beam delivery"という項目を追記するようにしたらどうかという 鷲尾からの提案は、当 WG が支持することになった。本件に関しては、Convener の Mike Barrett 氏から、TC76 Secretary の Bill Ertle 氏に宛てて、推薦状を送付する。

(2) TC 27 とのリエーゾンに関する件

Bill Ertle 氏から、TC 27 へのリエーゾンに関する照会があり、当 WG で対応を検討した。その結果、TC27 は、赤外ランプ（IEC 62471 関連）に関心を寄せているが、当 WG 7 及び JWG 10 が TC 27 とリエーゾンをもつことは不適切であり、WG 9 を推薦することにした。本件に関しては、Convener の Mike Barrett 氏から Bill Ertle 氏に宛てて、上記の内容を回答する。

(3) その他

その他の新ビジネスに関する議題はなかった。

4.5　次回の会合予定

次回の会合は、2012 年 9 月にドイツ・Frankfurt にて開催することを決め、散会。

2.2.1.3　IEC/TC 76/JWG 10 ディドコット会合報告

1. 日時：2012 年 10 月 9 日（火）　9:30-11:00 am

2. 出席者：Convener（Tom Lieb (USA)）、Secretary（Mike Barrett (UK)）Erwin Herberer (Germany)、Germany：3 名、China：1 名、Japan：1 名、オブザーバ（HPA）：1 名

3. 議事

3.1　自己紹介

3.2　議題（76/Didcot/Secretariat/XX）の採択

3.3　FDIS/ISO/IEC 11553-3 に関する審議

ISO では FDIS として、また IEC では CDV（76/462/CDV）として回覧された文書についての投票結果及び各国からのコメント(ISO/TC 172/SC 9 N 453)並びにノイズに関する CEN のコンサルタント（Dr. P. Kurtz）からのコメントに関して対応を審議した。

(1) 各国からのコメントへの対応

各国の投票結果及びコメントをとりまとめた IEC/CC_76_462 によれば、各国は 11553-3 に対して肯定的であった。21 件のコメントがあったが、これらのコメントはすべて日本からなされたものであった。うち 19 件のエディトリアルなコメントは、全て採択された。しかし、テクニカルなコメントとしていた JP19（ハンドヘルド装置に試験には人間だけではなく、ロボットなどによる試験も許容すべきという提案）は、CDV 回覧後においては受理できないとして不採択となった。なお、高さ（身長）に関する許容幅の不統一性を指摘した JP20 については、テクニカルではなく、エディトリアルなコメントだと見なされ、採択となった。

(2) CEN のコンサルタントからのコメントへの対応

ノイズに関する CEN のコンサルタントからのコメントは 4 件あり、これらに関しては次のように対応することになった(Document 121009 Response to Comments from Dr. Kurtz 参照)。

i. 「引用文献 ISO 11203 については、発行年を削除せよ」というコメントに対しては、当 WG ではこれまで発行年を記載してきた経緯があるので、このコメントは受け入れられないとして不採択となった。

ii. 「4.2 e) において、 “applied at …” を “applied to ...”に修正すべき」というコメントは採択となった。

iii. 「4.2 f) において、”preventing vibration of panels by fitting stiffening strips or noise attenuating materials to reduce the radiation of noise and conforming to IEC 60825-4;”
という文言では IEC 60825-4 がどの用語に掛かるのか不明確なので、記載する場所を修正せよ」というコメントに対しては、誤解を避けるべく、and conforming to IEC 60825-4 を削除することにした。

iv. 「A.5 において、Replace the 1st sentence in paragraph 2 by: “The upper bound value of σ_{R0} is about 1,5 dB for the grade 2 and 3 dB for grade 3 measurement methods dealing with the determination of the emission sound pressure level or the sound power level.”というテクニカルなコメントは、もともとの文言が Dr. Kurtz のアドバイスによるものであったので、この修正提案は採択することになった。

(3) IEC 11553-3 についての今後の対応

T. Lieb 氏が FDIS/CDV 11553-3 の WORD 文書を ISO 中央事務局から取り寄せ、M. Barrett 氏が、上記の審議結果を踏まえて、これを修正する。修正後した WORD 文書は、国際規格出版用として、2012 年 12 月末までに ISO 及び IEC の中央事務局に送付される。

(4) IEC 11553-3 に関するプレナリー会合への動議の提出

プレナリー会合では、ISO/IEC 11553-3 を規格として出版することを決議するよう、動議を提出する。

3.4 ISO/IEC 11553 Part 1 および Part 2 のメンテナンス

ISO/IEC 11553-3 が規格として発行される際に、対応して Part 1 及び Part 2 に修正が必要となる事項について、既に Seattle 会議及び Melbourne 会議で合意していることではあるが、来年 9 月に開催予定の次回の Frankfurt 会合で行うべき修正内容を確認した。

(1) ISO/IEC 11553-1 及び-2 の Scope の修正及び ISO/IEC 11553-3 への言及

a.適用範囲における 11553-3 への言及

ISO/IEC 11553-3 が規格として発行されたら、規格のメンテナスとして、11553-1 及び-2 の Scope において、次のような文言が含まれるように、いずれも Scope を修正する（現在は、まだ-3 は規格として発行されていないので、この件は先送りとする）。

"Requirements concerning noise as a hazard are not included in this part of ISO 11553. These requirements are to be found in ISO/IEC 11553-3, Safety of machinery – Laser processing machines – Part 3: Safety requirements for noise reduction and noise measurement methods for laser processing machines and hand held laser processing devices and associated auxiliary equipment (Accuracy grades 2)."

b. ISO/IEC 11553-1 及び-2 の 7. Information for user における要求事項への追加並びに引用規格の見直し

これも既に Seattle 会議及び Melbourne 会議で合意している懸案事項であるが、上記-3 が規格として発行され、これに応じて-1 及び-2 が規格のメンテナンスとして改訂される際には、physical agents (artificial optical radiation) {物理的媒体（人工的光学放射）} による作業者が被ばくするリスクに関する欧州指令 2006/25/EC についても言及するよう、7．Information for user において、次の文言が含まれるように修正する必要がある。

"Warnings about potential excess exposure to laser radiation should be included in the instructions relating to machine (or device) maintenance and service activities."

なお、-1 及び-2 の規格のメンテナンスの際には、引用規格についても適宜見直す必要がある。

c. ISO/IEC 11553-1 及び-2 の 7．Information for user への要求事項へのさらなる追加項目

これも Seattle 会議にて合意している懸案事項であるが、主たるレーザ光以外の副次的なレーザ光についての情報も含まれるよう、-1 の 7. Information for user への要求項目として、7．e)項の下にある次の文言

"- IEC 60825-1 specifies protective measures for the primary laser radiation. The minimum requirement, in the case of potential exposure by a class 3B and class 4 product, is to wear protective eyewear rated for the laser power and wavelength."

は、次のような文言に修正する必要がある（これも先送りとする）

"- IEC 60825-1 specifies protective measures for the primary laser radiation and all other possible hazardous radiation at wavelengths emitted. The minimum requirement, in the case of potential exposure by a Class 3B or Class 4 product, is to wear protective eyewear rated for the laser power and all wavelengths emitted.

Note: For example, in the case of diode pumped lasers, laser radiation associated with the diode pumping may be emitted in addition to the primary laser radiation or in the case of a frequency multiplied laser system, unanticipated primary or harmonic wavelengths may be emitted."

また、-2 においても同様な修正を行う必要があるものと思われる。

3.5 その他のビジネス

(1) ISO/IEC 11553 の既存の各パートの修正

ISO/IEC 11553-1 及び-2 は、上述したごとく修正する必要がある。また-2 は定期的見直しの段階を迎えている。コンビーナは、TC 76 のセクレタリー（W. Ertle）と連携して、必要な RR (Review Report)を起草する。

(2) ISO/IEC 11553-2 の改訂に関するドイツからの新規提案

ISO/IEC 11553-2 を改訂したいという新規提案がドイツからなされたが、ドイツ語のままで英語に翻訳さ

れていなかったので、翻訳されたものを入手してから、次回の会合で審議することになろう。

(3) ファイバビームデリバリに関する件

鷲尾より、ファイバレーザ、ディスクレーザ及び直接加工用高出力半導体レーザなどを搭載したレーザ加工機において、ファイバビームデリバリ手段を備えたものの市場が拡大していること、及びファイバビームデリバリにおけるレーザ安全に関しては、レーザガード IEC 60825-4 の附属書 G で詳しく規定されているものの、レーザ加工機の安全性に関する一般要求事項を規定している ISO 11553-1 においてはファイバビームデリバリに関しては何も言及していないのは好ましくないので、ファイバビームデリバリについてより注意を喚起すべく、ISO 11553-1 において、ファイバビームデリバリ関連の要求事項を盛り込むべきでないかと提案したところ、WG 内の賛同が得られた。鷲尾は、提案内容を取り纏め、次回の Frankfurt 会合で審議できるよう、WG 内に文書で事前に回覧することに同意した。この提案内容は、次の ISO 11553-1 の改訂案の中に組み込まれ、反映されることが想定される。

3.6 次回の会合予定

次回の会合は、2013 年 9 月にドイツ・Frankfurt にて開催することを決め、散会。

2.2.2 FiSC 2012

１．FiSC シンポジウムの概要

(1)会議の名称： 7th FiSC 2012 - International Laser Symposium Fiber & Disc

(2)会議日程： 2012 年 10 月 16~17 日

(3)開催場所： International Congress Center, Dresden, Germany

(4)主催： Fraunhofer IWS Dresden

(5)出席者数： 約 300 名

(6)講演件数： 28 件（セッション別・国別内訳は表 1 参照）

FiSC シンポジムは、独・Fraunhofer IWS (Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik)の主催により隔年に開催される 高輝度ファイバレーザ及びディスクレーザ並びにそれらを用いたレーザ加工応用に関する国際シンポジウムである。当初は、ファイバレーザシンポジウムと呼ばれていたが、ディスクレーザの高出力化・高輝度化の進展に伴い、2 年前からディスクレーザに関する講演もシンポジウムに組み込まれ、FiSC シンポジウムと名称が変更された。本シンポジウム初日の午前中は、高出力・高輝度レーザ光源開発に関するオーバービュー並びにビームデリバリ用光学系及びモニタリング光学系などシステム要素技術に関する講演があった。また、初日の午後は、欧州プロジェクト LIFT（Leadership in Fibre Laser Technology）の開発成果に関する講演がなされた。2 日目は、午前中に高輝度レーザによる切断及び微細加工の講演があり、午後には Tailored Joining シンポジウム(10 月 17~18 日)とのジョイントで、レーザ溶接に関する講演があった。

表１　講演件数のセッション別・国別内訳

セッション名	独（うち F-IWS）	英	スイス	仏	スウェーデン	フィンランド	米	合計
Introduction & Overview	2		1				1	4
Systems	2 (1)				1		1	4
LIFT I	1 (1)		1	1				3
LIFT II	1			1		1		3
Laser Cutting	4							4
Fine Machining	3 (1)	1						4
Laser Welding I*	2	1						3
Laser Welding II*	3							3
合計	18	2	2	2	1	1	2	28

*：Tailored Welding Symposium のセッションとのジョイントセッションとして開催。

２．FiSC シンポジムにおけるトピックス

2.1 高輝度レーザ光源開発

欧州の代表的なレーザ加工機メーカである Trumpf 社、Rofin-Sianr Laser 社及び Bystronic Laser 社（スイス）並びに米国の新規ベンチャーレーザメーカである TeraDiode 社から、それぞれ光源開発の現状及び応用の展望などに関する講演があった。

Trumpf からは、Peter Leibinger 副社長により、同社の技術開発ロードマップについての講演があった。ディスクレーザ、ファイバレーザ及び半導体レーザ開発において、どのような技術をコア技術として自社開発し、またどのような知財を M&A 等により取得したかが紹介され、長期の視点に立った Make or Buy 戦略の重要性、並びにコア技術の自社開発においては、根気よく長年研究開発投資を継続することの重要性などが述べられた。

Rofin-Sinar Laser 社からは、同社の CW 4 kW マルチモードファイバレーザ FL040C（コア径 50 μm、BPP＝1.8 mm･mrad）の製品開発が紹介され、また LIFT プロジェクトの成果の一部として、シングルモード 2 kW(ビーム品質 M^2=1.3)の技術開発結果も紹介された。

Bystronic Laser 社は、板金加工用として CO_2 レーザとファイバレーザとの加工特性を比較した実験結果を紹介し、薄板ではファイバレーザが優れているが、例えばステンレスでは厚さ 4 mm 以上では CO_2 レーザのほうが優れていることなどを示し、加工用途別に機種選択すべきことを述べた。

TeraDiode 社は、波長多重方式によるダイレクトタイオードレーザの高輝度化を進展させ、NA 0.11、コア径 50 μm のファイバから 2,030 W が得られ、最大輝度として、2,730 MW/(cm²･sr)と既存のマルチモードファイバレーザ及びディスクレーザに匹敵する高輝度が得られたことを報告した。表 2 に、同社による最新の実験結果を従来のものと比較した表を示す。

表 2　TeraDiode 社によるダイレクトダイオードレーザの実験結果の比較

Company	Power (W)	Fiber (μm /NA)	λ-Stabilized	Brightness (MW/cm²-sr)
TDI 2000 W	2,030	50/0.11	Yes	2730
TDI 1000 W	940	50/0.14	Yes	778
TDI 450 W	480	100/0.10	Yes	194
Commercial Diode Laser 1	2,000	400/0.10	No	51
Commercial Diode Laser 2	500	200/0.10	No	51
Commercial Diode Laser 3	100	100/0.12	No	28

- Over 50x higher brightness than the state-of-the-art in direct diode lasers
- Comparable brightness to kW-class industrial diode pumped lasers

2.2 ビームデリバリ用光学系、モニタ光学系等システム要素技術の開発

ビームデリバリ用光学系、モニタ光学系等システム要素技術に関しては、スウェーデンの Optoskand 社から各種センサ内蔵型の高出力ファイバケーブルについて、また米・Cambrige Technology 社から高出力・高輝度レーザ用スキャナ技術について、また独・Primes 社から数 kW 級レーザのファイバデリバリによる深溶け込み溶接における加工用光学ヘッドのフォーカス状態のリアルタイムモニタリングに関する講演があった。また Fraunhofer IWS からは高速加工システムとその応用に関する講演があった。

図 1 に、Optoskand 社による各種センサ内蔵型高出力ファイバケーブルの動作概念図を示す。加工ワークピースからの戻り光が UV、可視、及び IR のセンサでモニタされ、かつモードストリッパの水温上昇を温度センサでモニタすることにより、加工状況のリアルタイム監視及び異常状況の早期の検出などが行える。IPG Photonics 社製 6 kW ファイバレーザと組み合わせて、各種板金の重ね合わせ溶接実験への適用が試みられ、貫通溶接等の溶接状況のリアルタイムのモニタリングが可能であることが示された。

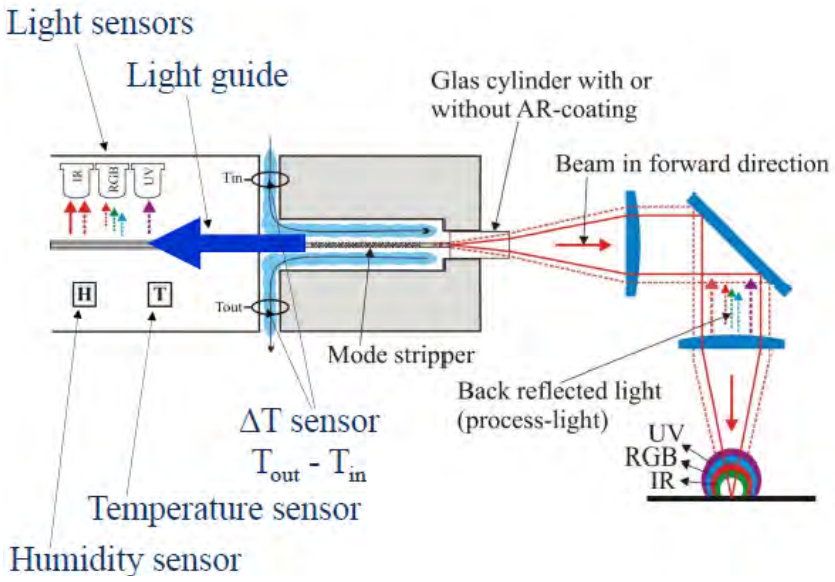


図 1．各種センサ内蔵型高出力ファイバケーブル（Optoskand 社）の動作概念図

独・Primes 社は、数 kW 級高輝度レーザによる加工光学ヘッドの熱歪みによるフォーカスシフトを 1 Hz~100 Hz の速度でリアルタイムにモニタリングする装置を紹介した。

Fraunhofer IWS は、焦点距離 2 m 級の長焦点のリモート加工システムなどについて講演し、変圧器などに用いられるトランスの損失低減のため、電磁鋼板の磁器特性の改善用の高速スクライビング加工への応用（シートサイズ 1 m×1 m、最大スキャン速度 250 m/s が可能）などを紹介した。

2.3 EU プロジェクト LIFT による各種高性能ファイバレーザ開発

LIFT 1 及び 2 のセッションでは、最初にプロジェクトのコーディネータを務めている Fraunhofer IWS の U. Klotzbach 氏から、EU の FP7 による LIFT プロジェクト全般に関する進捗状況の説明があった。LIFT プロジェクトは、期間 4 年(2009.9.1～2013.8.31)、開発予算総額約 16 百万ユーロ、参加国 9 ヶ国、参加機関 21 社の比較的大形な研究開発プロジェクトである。次いで、スイスの Time-Bandwidth Product 社から微細加工用のフェムト秒高出力ファイバレーザ、仏・EOLITE 社から超高出力ピコ秒及びナノ秒ファイバレーザ、仏・Quantel 社から医療用可視ファイバレーザの講演があった。また、加工応用に関しては、フィンランドの Tampere University of Technology から新しいパルスレーザについて、また独・Rofin-Basel Lasertech 社からフェムト秒レーザによる産業用加工応用についての講演があった。

Time-Bandwidth Product 社の講演によれば、同社は平均出力 200 W 以上、パルス幅 500 fs 以下、高出力フェムト秒ファイバレーザ（パルスエネルギーは、繰返し周波数 2 MHz にて 100 μJ 以上）を目標として開発中である。現在までのところ、終段増幅器に PCF ファイバを用いて、パルス幅 700 fs にて平均出力 25 W、またパルス幅 2.2 ps では 100 W が得られている。また、同社により開発途上のフェムト秒レーザによる金属薄膜並びにガラス及びセラミックなどの各種電子材料加工への適用例が紹介された。

また、EOLITE 社の講演によれば、同社は平均出力 1 kW 以上、パルス幅 10 ns 以下の高出力ナノ秒レーザ（パルスエネルギーは、100 kHz にて 10 mJ 以上）を開発中である。現在のところ、コア径 40 μm～100 μm の大口径コア PCF ロッドファイバを用いて、繰返し周波数 300 kHz にて 310 W（パルス幅約 8 ns、スペクトル幅 0.4 nm 以下、ビーム品質 M^2<1.1）を得ている。平均出力 1 kW という目標達成に向けては、波長多重方式で臨む予定とのことであった。なお、波長変換に関しては、第 2 高調波発生により波長 515 nm にて平均出力 150 W、また第 3 高調波発生により波長 343 nm にて平均出力 47 W が得られている。

Quantel 社の講演によれば、同社は医療用途として、波長 450 nm～800 nm にてレーザ出力 1 W 以上が得られる高ビーム品質（M^2<1.2）の可視・近赤外ファイバレーザを開発中である。高出力の赤外ファイバラマンレーザの高調波発生及び周波数混合などにより、橙色の波長 580 nm で 10 W、赤色の波長 633 nm で 4.5 W、近赤外の 780 nm にて 1 W などが現在得られている。

Tampere University of Technology からは、平均出力 40 W 程度の超短パルスレーザを用いて、アルミナ（Al_2O_3）や低温焼成セラミック（LTCC）、医療用各種プラスチック、Li イオン電池用材料などの各種先端材料を加工した結果が報告され、除去加工速度、加工表面荒さなど、種々の加工特性が紹介された。

Rofin-Baasel Lasertech 社からは、波長 1,552 nm の超短パルス Er ファイバレーザ（を用いた医療用ステントの切断加工特性などが報告された。ガルバノ制御の高度化などにより、位置精度±25 μm にて、最大 30 m/s までの高速スキャニング加工が実現している。

2.4 レーザ切断及び微細加工

レーザ切断分野では、独・IPG Laser 社から、シングルモードファイバレーザ、Q-CW ファイバレーザ、及び高出力マルチモードファイバレーザによる切断加工の特長と主な加工特性に関する講演があった。シングルモードファイバレーザは、0.5 mm 程度以下の金属薄板の高速切断に適しており、例えば 800 W 出力では、厚さ 0.18 mm の軟鋼薄板の切断において、120 m/min の高速切断が可能であり、ドロスの高さは 2 μm 以下である。Q-CW レーザは、平均出力が小さくてもピークパワーが高いので、厚さ 4 mm 程度でも良好な切断加工が行える。マルチモード高出力レーザによれば、軟鋼の切断では、出力が同じであれば、CO_2 レーザに比べて遜色のない加工速度で切断でき、ガスの消費や消費電力等が少ないので経済的である。出力 4 kW レーザでは、厚さ 30 mm の軟鋼が高品質に切断できている。

独・Precitec 社からは、薄板の切断から厚板の切断まで幅広く対応可能な、ビーム径の拡大率 1.2~2 倍の範囲でスイッチにより容易に可変な高輝度レーザ用切断加工ヘッドに関する講演があった。

また独・HIGHYAG 社からは、焦点位置及びスポットサイズが独立に可変なズーム方式の加工用光学ヘッドの設計に関する講演があり、熱レンズ効果の抑制のため、少ないレンズの数で、所要の性能が得られる光学システムの構成法が紹介された。

微細加工分野では、独・Scheuermann+Heilig 社から、シングルファイバレーザによるリモート切断加工とパンチ加工とを組み合わせた、金属薄板の高速切断加工用のレーザリモートパンチと命名された切断方式についての講演があった。

また、英・SPI レーザ社からは、モータに使用される電磁鋼板の高速ファイバレーザ切断に関する講演があった。厚み 0.35 mm の鋼板について、レーザ出力 1 kW のシングルモードファイバレーザによる切断加工が試みられ、スポットサイズ 25 μm、アシストガスとして N_2 を使用という条件の下で、切断速度として 20~35 m/min の高速切断が得られている。

また、Fraunhofer IWS からは、高輝度レーザを用いた金属の精密積層造形に関する講演があった。レーザ出力最大 200 W のシングルモードファイバレーザなどを用いて、ハニカム構造や 3 重螺旋構造のパイプなど、種々の微細な立体構造が形成されており、最小フィーチュアサイズ 100 μm 程度の場合、堆積速度として 2 g/min 程度が得られている。

また、独・C. F. K. CNC-Fertigungstechnik Kriftel 社からは、選択的レーザ溶融法 (SLM : Selective Laser Melting)による微細構造の作成に関し、講演があった。照射するレーザのビーム径を 35 μm 程度と微細化し、かつ供給される微粉末の粒径も微細化して一段あたりに積層する厚みを 10 μm 程度と微細化することにより、幅 100 μm 程度、高さ 5 mm 程度の微細な立体構造が作成されている。まだ表面荒さなどの改善が必要とのことであった。

2.6 レーザ溶接

レーザ溶接 1 及び 2 のセッションは、Tailored Joining Workshop とのショイントとして開催され、ドイツから 7 件、英国から 1 件の計 8 件の講演があった。

初めに Fraunhofer IWS の Dr. J. Standfuss から、高輝度レーザ溶接のイノベーションと題して、高輝度ファイバレーザと 2 次元高速ビームスキャナとを組み合わせた新型レーザ加工システムによる、アルミニウムと銅との異材溶接や、アルミ及び鋼材等のレーザ溶接におけるスパッタの低減について講演があった。CW 出力 1.8 kW のレーザビームをスポットサイズ 50 μm 程度に集光し、これを振幅 200 μm 程度、周波数 4 kHz

程度で高速にスキャンすることにより、スパッタレスのレーザ溶接が溶接速度 1 m/min 程度で得られている。また、20 mm 程度の厚みのある金属の狭開先溶接法として、取り扱いの面倒な 10 kW 以上の高出力ファイバレーザを用いる代わりに、比較的取り扱いの容易な 2~4 kW 級の高輝度ファイバレーザを用いて、多段にフィラーワイヤ溶接を行うことで、低合金高張力鋼（HSLA：High Strength Low Alloy Steel）や割れ感受性の高い 6000 系のアルミニウム合金のレーザ溶接が行えることなども紹介した。

次に、英・TWI から、航空・宇宙用の Ni 基の合金 718 及び Ti 合金について、宇宙航空用機器の溶融溶接規格として知られている ANSI/AWS D17.1:2001 Specification for Fusion Welding for Aerospace Applications で得られるものよりも、クラックなどの溶接欠陥の発生率が少ない、はるかに厳しい仕様を、レーザの出力及び溶接速度の最適化により満足することができるという内容の講演があった。TWI の実験では、ビーム品質 1.8 mm･mrad、レーザ出力 4 kW のファイバレーザが用いられ、厚さ 3.2 mm の板材の貫通溶接がなされていた。

また、Bosch 社から、同社におけるレーザ溶接の歴史及び最新の開発並びに適用状況などに関する講演があった。1996 年から 2011 年に掛けて、レーザ装置の導入台数は 15 倍になり、15 年間の間で年率 20%程度の伸張を遂げた。現在は、レーザ溶接システムの約 90%が固体レーザないしファイバレーザを搭載している。最近の開発事例として、独・連邦教育研究省（BMBF）による銅のレーザ溶接に関する CuBriLas プロジェクトの開発成果が紹介され、基本波（波長 1,030 nm）のレーザよりも、第 2 高調波（波長 515 nm）を用いるほうが銅表面の吸収率が高いので、高効率なレーザ溶接が行えること、また基本波と第 2 高調波とを組み合わせた 2 波長ハイブリッド加工方式が優れていることなどが示された。

また、Erlangen-Nürnberg 大学から、レーザ溶接及びレーザろう付けのモデリング及び加工プロセスの最適化に関する講演があった。相変化、プラズマ吸収、多重反射、熱伝導、流体の動力学などに関する多様なパラメータを取り入れて加工プロセスをモデル化しており、解析結果がかなりよく実験結果を説明できるようになった。

また、KEIPER 社からは、車載用各種部品のレーザ溶接用光源が、CO_2 レーザから固体レーザに切り替わった歴史についての講演があった。

また、ThyssenKrupp Laser technik 社からは、レーザ溶接用光源として、CO_2 レーザに比べて固体レーザのシェアが高くなってきた背景の説明とともに、光学系の損傷防止など、新たに重要となってきた技術課題などについて講演があった。

また、Audi 社からは、同社の車体組立工程における接合方式の動向に関する講演があり、高張力鋼板、アルミニウム等、各種車体材料に対するレーザの適用状況が紹介された。

３．高輝度・高出力レーザを用いたレーザ加工システムの安全上の課題と問題点

（１）リモートレーザ加工の適用域の拡大とレーザガードの課題並びに問題点

ファイバレーザ、ディスクレーザ等の高出力化及びビーム品質の向上が進展するのに伴い、リモート加工用レーザ出力が増大し、かつ加工用出射レンズから加工面上までのワークディスタンスが長距離化しつつある。

FiSC2012 では、Fraunhofer IWS の J. Hauptmann 氏による “High Speed Processing －Applications and Systems,”と題した講演があり、その中で、図２に示したようなスキャナを用いて、図３に示したような長尺のワークディスタンスを有した自動車ボディのリモート溶接の概念図がビデオにて紹介された。自動

車ボディのレーザ溶接にはこれまでレーザ出力 4 kW 程度のものが使用されているので、長尺のワークディスタンスによる高速スキャン溶接ともなれば、4 kW 以上の高出力ファイバレーザなどが多用されることになるものと推察される。

図２　リモート溶接用スキャン光学系の外観例

リモートレーザ加工においては、レーザビームが不用意に人体に照射されるのはたいへん危険なので、レーザ加工セルの周囲には通常レーザガードが設置される。レーザガードに関する国際規格 IEC 60825-4 の附属書 D によれば、最も規格のゆるい T3 クラス（異常の有無を検査するための観察を連続して行う場合）のレーザガードについては、メンテナンスのための検査間隔を 10 s と規定している。また、次に規格のゆるい T2 クラス（異常の有無を検査するための観察を完結的に行う場合）の検査間隔は 100 s と規定している。

しかしながら、近年、リモート加工用レーザのレーザ出力が増大しており、またビーム品質も向上してビーム広がりが小さいので、レーザガードにレーザビームが直接照射されると比較的短時間でレーザガードが加工されて、貫通してしまう懸念がある。

図３　長ワークディスタンスのスキャン光学系を用いたリモート溶接ラインの概念図

独・Stuttgart 大学光線工具研究所（IFSW）の P.Stritt らは、本年 6 月に開催された SLT '12 (Stuttgart Laser Technology Forum)において、レーザ出力 5 kW のディスクレーザのビームを直径 30 mm に拡大して各種ガード材料に照射し、これらが貫通するまで持ちこたえられる時間を評価した結果を報告している。その主な実験結果を図 4 に示す。

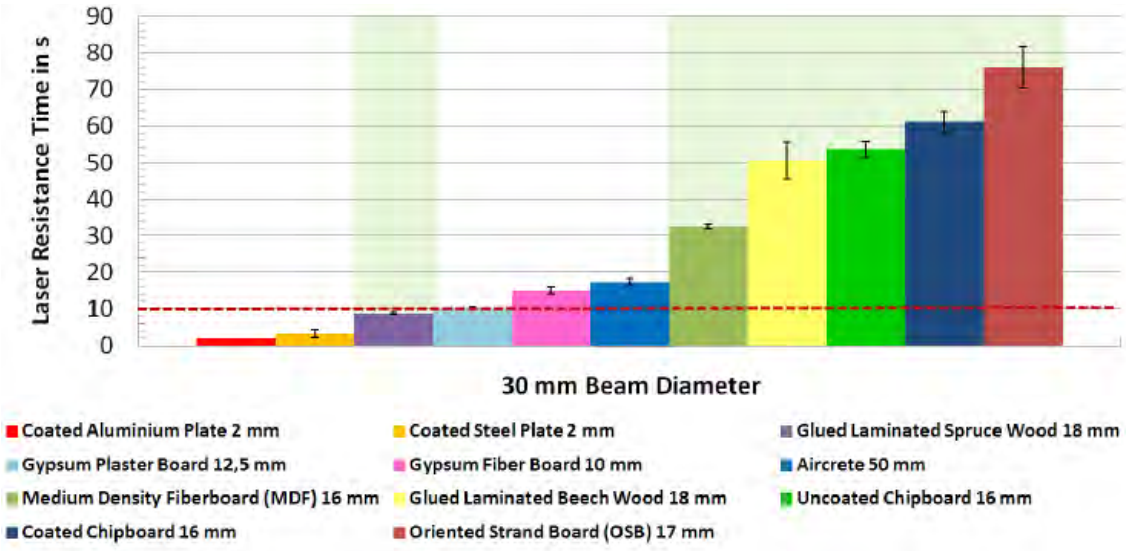


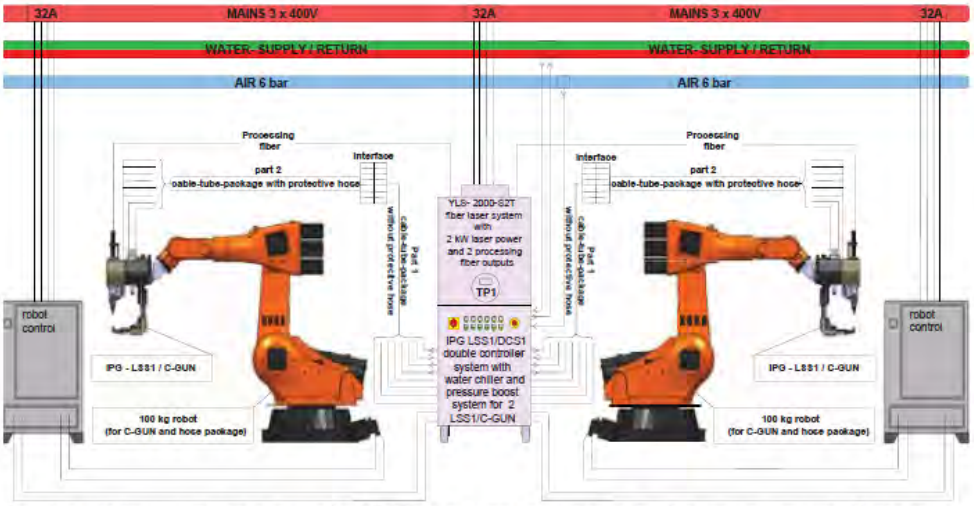
図 4　各種レーザガード材料が貫通するまでの耐久時間（レーザ出力 5 kW、ビーム径 30 mm）

これによれば、厚さ 2 mm の塗装されたアルミ板や鋼板は 10 s 以下で貫通しており、T3 クラスのレーザガード材料として不適当であること、また評価したすべてのレーザガード材料が 100 s 以内で貫通しており、T2 クラスのレーザガードとして使用可能なものが存在しないことが明らかとなった。

また、上記のテストにおいては、照射レーザビームのビーム径は 30 mm であったが、ビーム広がりの小さな、長尺ワークディスタンスのリモートレーザ加工においては、より小さなビーム径でレーザガードに照射されることがありうるものと推察され、レーザガードの異常の有無を検査する時間間隔は、T3 クラスよりも短くても使用可能となると思われる、目視に頼らなくてよい、アクティブレーザーガードの積極的な採用、並びにアクティブレーザーガードのテスト方法等に対する国際規格の制定などを推進する必要があるものと考えられる。

（2）高出力用ファイバケーブルの引き回しに関する課題及び問題点

ファイバレーザの高出力化の進展は目覚ましく、すでに国内ではレーザ出力 30 kW クラスのものも複数台稼働しており、1 kW クラス以上の高出力レーザは、かなりの台数が国内で稼働しているものと思われる。その多くのものは、例えばフラットベッドの 2 次元レーザ切断機などにおいては、レーザ発振器及びデリバリ用ファイバケーブルがレーザガード内に収納されていて、外部から容易にデリバリ用ファイバにアクセスできないような設計になっているものと見られるが、レーザ溶接用などでは、図 5 に示したごとく、ビームデリバリ用ファイバに比較的容易に外部からアクセス可能なレーザ加工システムも多々存在するものと考えられる。


32A
MAINS 3 x 400V
32A
MAINS 3 x 400V
32A
WATER- SUPPLY / RETURN
WATER- SUPPLY / RETURN
AIR 6 bar
AIR 6 bar
Processing fiber
Interface part 2
cable-tube-package with protective hose
YLS- 2000-S2T fiber laser system with 2 kW laser power and 2 processing fiber outputs
TP1
IPG LSS1/DCS1 double controller system with water chiller and pressure boost system for 2 LSS1/C-GUN
robot control
IPG - LSS1 / C-GUN
100 kg robot (for C-GUN and hose package)

Two robots with two corresponding laser tools IPG LSS1 / C-GUN share a compact double fiber laser system, consisting of a fiber laser system YLS-2000-S2T with 2 processing fiber outputs and a double controller system DCS1 with combined water chiller and pressure boost system. The access of the two robots to the fiber laser system YLS-2000-S2T is coordinated according to the FIFO principle by the double controller system DCS1 that is responsible for both IPG LSS1 / C-GUNS by means of a beam switch.

図５　長尺のビームデリバリ用ファイバケーブルを備えたレーザ加工システムの概念図
（本図は、IPG Photonics 社のレーザシームステッパ LSS のカタログからの引用）

ビームデリバリ用ファイバに関しては、現在、IEC 60825-4 の附属書 G（Beam delivery systems）の中でリスクアセスメントやユーザへの情報提供などに関する要求事項が規定されているものの、レーザ加工機の基本的な国際規格である ISO 11553-1: Safety of machinery －Laser processing machines – Part 1: General safety requirements においては、ビームデリバリ用ファイバに関する規定が明示的に含まれていない。しかしながら、図５に示したごとく、レーザガードを使用しないで、ビームデリバリファイバに容易にアクセスすることを可能にしたレーザ加工システムにおいては、レーザ加工機の基本規格である ISO 11553-1 において、ビームデリバリ用ファイバに関する要求事項も規定すべきではないかと考えられる。

高出力レーザ用ビームデリバリ用ファイバケーブルは、スパイラル状の金属シースに収納されてはいるが、可撓性を保つために金属シースは比較的薄いものが用いられており、不注意な取り扱いをすれば、比較的容易に損傷や破断する可能性があり、その引き回しや取り扱いにはそれなりの注意が必要であり、JIS 化するなどして、安全な使用法の普及など・啓蒙活動を展開して、高出力レーザ加工システム事業の健全な発展に役立てるべきものと考えられる。

４．提言

上記３．で述べたごとく、高輝度・高出力レーザを用いたレーザ加工システムには、現状では種々の課題と問題点があり、レーザガード及びレーザ加工機に関する国際規格の見直し及び改訂などが、レーザ発振器などの急速な発達に追いついていないと考えられる。

ビームデリバリ用ファイバを備えた高出力レーザ加工機事業及びそれらの加工機を利用するユーザ側の産業の健全な発展の促進などを目指して、レーザメーカ、レーザのユーザ及びシステムインテグレータにおける経験豊かな第一線の技術者が集まって、高出力レーザ加工システムの安全化を検討する委員会を創設し、課題及び問題点の抽出、解決策及びベストプラクティスの提言などを行うとともに、関連する国際規格の改訂提案及び高出力レーザ加工機関連の JIS 化（国際規格の翻訳 JIS 化）と国内へのそれらの普及・啓蒙活動

などに展開してゆく必要があろう。

自動車産業を初め、橋梁、発電プラントなどの重工業や油井掘削、鉱山など各種産業において、ビームデリバリ用ファイバを備えた高出力レーザ加工機のニーズが益々拡大するものと考えられるので、上記の委員会活動は、日本の産業発展にとって貴重な貢献ができうるものと期待される。

第 3 章　国際規格の翻訳

3.1　翻訳の目的と概要

国際会議への標準化国際会議への専門家派遣により、IEC/TC 76 ディドコット会合において、IEC/TC 76/JWG 10 において、ISO 11553-1 の改正の動きがあるという情報を得ている。この改正においては、ファイバビームデリバリ関連の要求事項を盛り込むことが大きな課題の一つである。また、FiSC2012 において高輝度・高出力レーザを用いたレーザ加工システムの目覚ましい発展がある中で、現状では種々の課題と問題点を抱えていることが把握できた。レーザ加工機の安全性に関する国際規格（ISO 11553-1，ISO 11553-2 及び ISO 11553-3）及びレーザガードに関する国際規格（IEC 60825-4）の改正が、レーザ発振器などの急速な発達に追いついていないことがその一因である。これらの状況から、まず ISO 11553-1 の第 1 版の翻訳を優先して行うことにした。

レーザ安全性の国際規格のもっとも基礎となる IEC 60825-1 は 2007 年発行の第 2 版が最新版で、その対応 JIS は JIS C 6802 として 2011 年に発行されている。IEC 60825-1 の第 2 版には、発行後、2008 年に正誤表 1（corrigendum 1）、2009 年に解釈票 1（interpretation sheet 1）、2011 年に解釈票 2（interpretation sheet 2）が出されているが、JIS C 6802：2011 には正誤表のみ反映されており、解釈票は解釈の問題ということもあり、JIS C 6802：2011 に記載がない。この解釈票を翻訳し機会をみつけて公表すべきではないかとの意見が、レーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会の委員の中から指摘された。

注記　レーザ安全性に関連する国際規格（ISO 規格・IEC 規格）と JIS との関係を表す一覧表を、補助資料 B として巻末に添付する。

以上の調査・検討により、次の三つの国際規格を英文和訳することとした。

1) **ISO 11553-1**：2005（Ed.1.0），Safety of machinery–Laser processing machines–Part 1: General safety requirements
2) **IEC 60825-1**（2007–Ed.2.0）I-SH 01：2009，Safety of laser products–Part 1: Equipment classification and requirements
3) **IEC 60825-1**（2007–Ed.2.0）I-SH 02：2011，Safety of laser products–Part 1: Equipment classification and requirements

3.2　翻訳

以下に、前記三つの国際規格の英文和訳を掲載する。

3.2.1　ISO 11553-1 Ed.1

国際規格　ISO 11553-1

機械類の安全性－レーザ加工機－

第１部：安全に関する一般的要求事項

1　適用範囲

この規格（**ISO 11553** の第 1 部）は，**3.2** で定義されるレーザ加工機から生じる危険源（ハザード）を説明し，放射による危険源並びに材料及び物質により生じる危険源についての安全に関する要求事項を規定している。また，このような機器の製造業者が提出しなければならない情報についても規定している。

レーザ加工機から生じる危険源のうち騒音に関する諸要求事項は，この **ISO 11553** の第 1 部には含まれていない。これらは，続いて制定する部に含まれる。

この **ISO 11553** の第 1 部は，次に示す用途についての専用装置として，製造及び明示されたレーザ製品及びそのような製品を内蔵する装置には適用されない。

－　フォトリソグラフィ
－　ステレオリソグラフィ（光造形）
－　ホログラフィ
－　医用（**IEC60601-2-22** を適用）
－　データストレージ

2　引用規格

次に掲げる規格は，この規格に引用されることによって，この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格のうちで，西暦年を付記してあるものは，記載の年の版を適用し，その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は，その最新版（追補を含む。）を適用する。

ISO 3864：1984，Safety colours and safety signs

ISO 11252：2004，Lasers and laser-related equipment–Laser device–Minimum requirements for documentation

ISO 12100-1：2003，Safety of machinery–Basic concepts, general principles for design–Part 1: Basic terminology, methodology

ISO 12100-2：2003，Safety of machinery–Basic concepts, general principles for design–Part 2: Technical principles

ISO 13849-1：1999，Safety of machinery–Safety-related parts of control systems–Part 1: General principles for design

ISO 14118：2000，Safety of machinery–Prevention of unexpected start-up

ISO 14119：1998，Safety of machinery–Interlocking devices associated with guards–Principles for design and selection

IEC 60204-1：1997，Safety of machinery–Electrical equipment of machines –Part 1: General requirements

IEC 60825-1：2001，Safety of laser products–Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide

IEC 60825-4：1997，Safety of laser products–Part 4: Laser guards

3　用語及び定義

この規格で用いる用語及び定義は，**ISO 12100-1** 及び **IEC 60825-1** によるほか，次による。

3.1

機械（machine）

連結された部品又は構成品の組合せで，そのうちの少なくとも一つは適切なアクチェータ，制御及び駆動回路を備えて動くものであって，特に材料の加工，処理，移動及びこん（梱）包といった特定の用途に合うように結合されたもの。

[**ISO 12100-1**]

3.2

レーザ加工機（laser processing machine）

ワークピースの少なくとも一部において，溶融，蒸発又は相転移を生じるのに十分なエネルギーないしパワーを供給するレーザ源（単複可）が内蔵された機械であって，機能及び安全上の完全性を備えており，ただちに運転可能なもの。

3.3

接近が管理された区域（location with controlled access）

当該システムに関するレーザ安全及びサービスに関する適切な訓練を受けた認定要員以外は危険源に接近できないようにした区域。

注記　表 1 参照。

3.4

接近が制限された区域（location with restricted access）

一般大衆は接近できないが，バリア又は他の手段により，レーザ加工における危険源を隔離することによって，見学者又は訓練を受けていない人が接近可能な区域。

注記　表 1 参照。

3.5

接近の制限及び管理をしていない区域（location with unrestricted and uncontrolled access）

接近の制限及び管理のいずれもがなされていない区域。

注記　表 1 参照。

表 1 －区域の詳細

区域	管理区域	制限区域	非制限区域
対象者	レーザ安全について訓練を受け，認定された人	レーザ安全について訓練を受けていない人。一般大衆を除く。	一般大衆を含む全ての人

3.6

予防保全（preventive maintenance）

製品の意図された性能を確かなものにするために使用者が確実に行うよう，使用者への情報において規定されている調整その他の手順の実践。

例　　消耗剤の充填及び清掃。

3.7

製造業者（manufacturer）

レーザ加工機を組立てる組織又は個人。

注記 1　レーザ加工機が輸入品である場合は，輸入当事者が製造業者としての責任を担う。

注記 2　機械の改造の責任を有する組織又は個人は製造業者と見なされる。

3.8

改造（modification）

本来の設計とは異なる加工を可能とする，又は本来の設計で想定していた材料とは異なる材料の加工を可能とする，又は機械の安全上の特性が変わる，機械の改造。

3.9

プロセスゾーン（process zone）

ワークピースの材料とレーザビームとが相互作用する領域。

3.10

生産（production）

次の工程を含め，機械がその目的の遂行のためにしかるべく使用されるフェーズ。

— 加工されるパーツ及び／又は材料の供給及び取り出し

— レーザビームが単独又は他のツールとの組合せによって作用する工程

注記　供給及び取り出しの工程は，完全に又は部分的に自動化されているか手動によるかのいずれかである。

3.11

サービス（service）

補修（corrective maintenance）

製品の機能面のいずれかに影響を及ぼし得る手順又は調整であって，製造業者の作成したサービス指示書で説明されているものの実施。

例　　障害診断，機械装置の分解，修理。

3.12

サブアセンブリ（subassembly）

レーザ加工機の適正な性能を得るのに必要な構成部。

注記　レーザ加工用のサブアセンブリは，**IEC 60825-1** に基づいた如何なるクラスのレーザ製品にもなり得る。

3.13

ワークピース（workpiece）

加工される予定の材料，すなわちレーザビーム照射対象の物体。

4　危険源

4.1　一般事項

この箇条において，レーザを用いた材料加工に関連する要注意事項の概要を示す。

4.2　本質的危険源

レーザ加工機は，次の各危険源（**ISO 12100-1** 及び **ISO 1200-2** を参照）を生じる恐れがある。

— 機械的危険源

— 電気的危険源

— 熱的危険源

— 振動の危険源
— 次に例示するような放射による危険源
  — 直射レーザビーム又は反射レーザビームにより生じる危険源,
  — 電離性の放射により生じる危険源
  — フラッシュランプ，放電管又は高周波電源などから発生する副次的放射（紫外線，マイクロ波など）により生じる危険源
  — ビーム照射を起源とする副次的放射（副次的放射の波長はレーザビームのそれと異なる場合もある）により生じる危険源
— 次のような材料や物質により生じる危険源
  — 機械の内部で使われている製品（レーザ用ガス，レーザ用色素，レーザ能動ガス，溶剤など）により生じる危険源
  — ビームと材料との相互作用の結果により生じる危険源（例えば煙霧，微粒子，蒸気，飛散物），火災又は爆発
  — レーザとターゲット間の相互反応を助成するために使用される関連気体（例えば **5.3.4** 参照）及び発生する如何なる煙霧により生じる危険源；これらの危険源には，爆発，火災，種々の毒性，酸欠などが含まれる
— 機械の設計において人間工学原則をおろそかにしたことにより生じる危険源

4.3 外的影響（干渉）により生じる危険源

機械の運転時の電源条件及び環境が機械の機能不良の原因となることがある。これにより，危険な状態を生じたり，要員が危険源区域に踏み入って対処する必要性が生じたりすることもある。

環境によるその他の干渉事例には次のようなものがある。

— 温度
— 湿度
— 外部衝撃／振動
— 環境により生じる埃，水蒸気又は各種の気体
— 電磁波／高周波による干渉
— 供給電力の中断／供給電圧の揺らぎ
— ハードウエアとソフトウエアとの両立性及び一体性の不十分さ

4.4 この ISO 11553 の第 1 部が対象とする危険源

この規格（**ISO 11553** の第１部）は，放射による危険源及びレーザと材料及び物質との間の相互作用から生じる危険源についてだけ取り扱う。他の潜在的な危険源については，**附属書 A** に記載する。

5 安全上の要求事項と手段

5.1 一般的要求事項

この規格が対象とする危険源の範囲は，適用範囲の箇条で説明されている。機械類は，この **ISO 11553** の第１部が対象としていない危険源については，適宜 **ISO 12100-1** 及び **ISO 12100-2** に適合しなければならない。

製造業者は，次により，レーザ加工機の安全性を確保しなければならない。

— 危険源の特定（身元確認）及びリスク分析

— 安全確保手段の実施
— かかる安全確保手段の認証及び証明
— 使用者への適切な情報の提供

リスクアセスメント（**5.2** 参照）に基づき，設計及び製造において，レーザ加工機に適切な安全確保手段を組み込まなければならない。

次の要求事項が満足されなければならない。

— 製造業者はいずれも，本箇条に規定される安全要求事項及び安全確保手段を遵守しなければならない。
— 設置した機械の製造業者は，各サブアセンブリを含む機械全体の適合性に対し責任を負わなければならない。

注記 これらの要求事項は，製造業者と顧客／使用者が同一の法的実体であるときでも適用される。

これらの安全確保手段については，箇条 **4** に列挙した個々の危険源並びに危険源のリスク分析の結果を考慮に入れなければならない。また，**附属書 A** 及び**附属書 B** に記載された情報を考慮に入れることが望ましい。

5.2 リスクアセスメント

リスクアセスメントが実施されなければならないのは，次の場合である。

— 機械の（適切な）“寿命”の全てのフェーズにおいて。事例については **ISO 12100-1** 参照。
— 機械の改造の実施後において，機械の改造の責任を有する組織又は個人によって。

リスクアセスメントには，次が含まれるが，これらだけとは限らない。

a) **4.2** 及び **4.3** に掲げられた危険源
b) 危険区域，特に次に関連するもの
  — レーザ・システム
  — レーザビームの光路／ビームデリバリシステム
  — プロセスゾーン
c) **4.3** に掲げられた種々の“干渉”

リスクアセスメント結果は，しかるべく文書化しなければならない。リスクアセスメントの原則については，**ISO 12100** を参照。

5.3 修正手段の適用

5.3.1 一般事項

安全確保手段は，**5.3.2** から **5.3.4** で規定されたごとく，設計及び製造において，機械の中に組み込まれなければならない。

5.3.2 レーザ放射の危険源に対する保護

5.3.2.1 一般事項

5.3.2.1.1 接近に関する制限も管理もされていない区域で運転されるレーザ加工機については，クラス 1 の被ばく許容限界（*AEL*）を超えるレベルのレーザ放射を人々が被ばくする可能性は，生産段階では除去されていなければならない。保守の際は，直視することが許されない *AEL* を超える放射には接近することができないようにしなければならない。

これらの要求事項を満たすには，次の条件を満足しなければならない。

— **IEC 60825-1**，**ISO 12100-1** 及び **ISO 12100-2** で規定されている工学的手段を用いることによって，人が許可なく危険区域に接近することが無いようにしなければならない。

5.3.2.1.2　接近の制限又は管理がなされている区域で運転されるレーザ加工機については，3×10^4 秒の接眼露出限度での最大許容露光量（*MPE*）を超えるレベルのレーザ放射を人々が被ばくする可能性は，（正常モード時でもそうでない時でも）生産段階において除去されていなければならない。

この要求事項を満たすには，次の条件を満足しなければならない。

— リスクアセスメントを実施しなければならない。**IEC 60825-1**，**ISO 12100-1** 及び **ISO 12100-2** で規定される技術的手段を用いることによって，人が許可なくして危険区域に接近することが無いようにしなければならない。

— 接近を遮ることが不可能な場合は，個人用防護具（PPE）を含め，技術的又は管理的制御手段により，目に対する *MPE* を超える被ばくが生じないようにしなければならない。

5.3.2.1.3　接近に対する制限及び管理の有無によらず，全てのレーザ加工機について，次の項目が適用されなければならない。

— 機械の作動中に危険区域への人の立ち入りが不可避である場合（例えばサービス中など），機械は，機械の動作，ビームの方向，及びビーム終端器を直接制御できる手段を備えていなければならない（**5.3.3.5** 参照）。

— ビーム遮断器，ガード，ビーム減衰器，接近の抑止・阻止装置などの保護装置の設計は，**IEC 60825-1**，**ISO 12100-1** 及び **ISO 12100-2** で規定される要求事項を満足しなければならない。二つ以上の危険源に対する保護を同時に行うために，単一の保護装置を用いてもよい。

— レーザガードは，**IEC 60825-4** に規定された要求事項を満足しなければならない。

5.3.2.2　生産時における保護

通常，主要な危険区域はプロセスゾーンである。しかし，危険区域は，リスクアセスメントの結果に基づいて定義しなければならない。

危険源の分析は，どのようなタイプのガードを用いるか（危険源の局所的保護か，周辺保護か）を示さなければならない。

危険源の局所的保護とは，ワークピース，ワークピース支持台及び／又は機械駆動系を完全に囲うことなしに，レーザ放射及び派生する光学的放射を，（例えば，ノズル又はワークピースにおけるレーザビームの焦点近傍に備えた小さなガードを用いるなどして）リスクアセスメントに基づいた安全なレベルにまで低減させるガード方式である。

周辺保護とは，ワークピース，ワークピース支持台，及び，通常，機械の駆動系の大部分を囲むように，（レーザビームの照射部から）離れて設けられた単一又は複数のガード（例えば保護囲い）により，レーザ放射及び派生する光学的放射を，リスクアセスメントに基づいた安全なレベルにまで低減させるガード方式である。保護手段がどのような種類のものになるかは，次のような要因に依存する。

— ワークピースに対するレーザビームの伝播方向（固定か，可変か）

— 実行される機械加工の種類（切断，溶接など）

— 加工されるワークピースの材質及び形状

— ワークピース支持台

— プロセスゾーンの可視性

5.3.2.3 サービス中の保護

サービスの手順の中では，クラス 1 の *AEL* を超えるレーザ放射に作業員が接近することは，不可避な場合がある。したがって機械は，次の四つの状況（最優先順に列挙する）への対応を念頭に設計され，適切な安全確保手段が備えられていなければならない。

a) 危険区域外でサービスが行なわれる。

b) 生産時と同様に接近が管理されている危険区域内でサービスが行われる。

c) （例えば，生産中は通常閉鎖されているガードが開放された状態で）危険区域内でサービスが行なわれるが，接近する恐れのあるレーザ放射はクラス 1 の *AEL* を超えない。

d) ガード（生産中は，閉鎖されているのが正常）を開ける必要が生じたときなどにおいて，危険区域内でサービスが行なわれ，かつ接近する恐れのあるレーザ放射がクラス 1 の *AEL* を超えている。

製造業者は，上記の各状況について，接近可能なレーザ放射のクラス及び推奨される安全手順を示さなければならない。

5.3.2.4 ティーチング，プログラミング及びプログラム検証時の保護

（ロボットなどへの）ティーチング，パスのプログラミング及びプログラム検証を行う際に，人がクラス 1 の *AEL* を超えるレーザ放射に接近することを防止しなければならない。この条件を遵守できない場合は，サービス時と同じ要求事項を適用しなければならない。**5.3.3.5** 参照。

5.3.3 制御手段及び回路

制御手段及び回路は，**IEC 60204-1** に適合しなければならない。また，制御システムの設計は，**ISO 13849-1** に適合しなければならない。

注記 これは，典型的には安全カテゴリ 3 に相当する。

5.3.3.1 起動／停止制御器

機械の停止制御器は，機械を停止し（すなわちアクチュエータを切断し），レーザビームを隔離するか又はレーザビームが発生しないようにできなければならない。レーザの停止制御器は，レーザビームが発生しないようにできなければならない。

レーザシステムの制御装置及び機械のその他の制御装置は，それぞれ別であってもよい。

5.3.3.2 非常停止制御器

非常停止制御器は，**IEC 60204-1** に適合しなければならない。

非常停止制御器は，次の各動作が機能しなければならない。

— レーザビームが発生しないようにレーザを非活性化し，かつレーザビーム終端器を所定の位置に自動的に配置する。

— 機械を非活性化する（すなわちアクチュエータの電源が切断される）。

— レーザの電源が切断され，かつ蓄積エネルギーは全て放電される。

1 台のレーザ装置が，互いに独立して動作する数台の機械で用いられる場合，それらの機械のうちの 1 台の非常停止制御器は，上述のように作動するか，又は，次の各動作が作動しなければならない。

— 当該の機械を非活性化させる（すなわちアクチュエータの電源を切断）。
— 当該の機械に通じているレーザビームの光路を隔離する。

予期しない起動は，**ISO 14118** に適合させることにより防止しなければならない。また，非常停止制御器には，**ISO 13849-1** が適用されなければならない。

5.3.3.3 インターロック及びガード制御

ガード（**ISO 12100-1** 及び **ISO 12100-2** に基づく）を開けた場合，移動した場合，又はセーフティインターロックを解除した場合，機械の自動運転を不可能にしなければならない。

機械の設計で，単一又は複数のガードを開放した状態（通常生産時は閉鎖されている）で，かつ機械のアクチュエータに電力を供給する状態で幾つかの手順を実行されることが時折必要な場合がある。この際は，ガードの無効化を可能にする操作モードが組み込まれていなければならない。

この運転モードの選択は，次のいずれも満足しなければならない。

— ロック可能なモードセレクターを介して行う。
— 自動的にレーザビームを隔離又はレーザを非活性化する。
— 機械の自動運転を阻止する（**ISO 14118** 参照）。

モードセレクターの代わりに，キー操作によるスイッチを用いてもよい。

セーフティインターロックを備えた取外し可能なアクセスパネル上における離散的かつ意図的インターロック解除機構（解除可能なセーフティインターロック）は，解除機構に関する **IEC 60825-1** の要求事項を満たさなければならない。

選択された運転モードは，明瞭に表示されていなければならない。この運転モードが選択されたら，サービス手順のためにレーザビームの隔離を解除することを可能（すなわちビーム終端器を“開く”）としなければならない。

インターロックシステムは，**ISO 14119** に適合しなければならない。

5.3.3.4 レーザビームの隔離の条件

レーザビームの隔離は，レーザビームがビームデリバリシステムに入るのを防ぐためにレーザビームを遮光及び／又は偏向させることによって行わなければならない。

レーザビームの隔離は，レーザの内部又はごく近接した外部に設置されたフェールセーフなレーザビーム終端器（遮光器）によって実現されなければならない。ビーム終端器がいつ“閉”の位置にあるか（ビームの前進が遮られているか）を，位置表示器により表示しなければならない。

レーザビーム終端器を“閉”の位置にロックするために合目的的に設計された，接近しやすい手段が用意されなければならない。この目的のために，鍵による制御を用いてもよい。

機械の製造業者は，例えば次のような状況下において，追加的なビーム終端器を提供してもよい。

a) ビーム光路（ビームデリバリシステム）に沿って保守又は清掃用の領域が存在する場合
b) 一つのレーザ装置が二つ以上の光路へビームを供給する場合であって，一方のビーム光路においては人手による介入が必要であり，かつ他方の光路にビームが通っている場合。

5.3.3.5 人が危険区域内にいる時の保護手段

ISO 12100-2：2003 の **5.2.4** に記述されているように，危険区域内への人の立ち入りが必要となる状況（生産時

を除く）に備えて，機械は，危険区域内にいる人が操作できる，機械の動作及びレーザビームの放出を制御する装置を具備していなければならない。かかる装置については次の各要求事項を適用しなければならない。

a) 当該装置には，手が離れると，裸眼による直視を許容しない *AEL* を超える放射への接近を阻止するホールド・ツウ・ラン制御装置又は **IEC 60204-1** が規定する他の制御手段が備わっていなければならない

b) 当該装置による制御の下に置かれた場合，全ての機械の動作及びレーザビームの放出は，当該装置によってのみ制御されるようになっていなければならない

c) ドアを通じて危険区域内に立ち入ることができる場合，当該装置を使ったレーザビームの放出は，かかるドアを閉めてからしか始動できないようになっていなければならない。

この箇条は，**ISO 12100-2**：2003 の **5.2.4** の各要求事項を満たしている。

5.3.4 材料及び物質によって生じる危険源からの保護

製造業者は，機械加工対象として意図している材料について，顧客又は使用者に情報を提供しなければならない。これは，意図しないのにレーザ放射により劣化する材料や物質についても適用される。製造業者は，かかる材料から放出される煙霧や空気中浮遊微粒子を捕捉するための適切な手段を供給しなければならない。製造業者は，これら材料の加工により生じる煙霧や粒子状物質の限度となる敷居値に関する情報を提供しなければならない。

注記 全国又は地方，地域レベルで定められた限度としての“敷居値”に基づいた煙霧又は粒子状物質の安全な除去及び処置は，顧客又は使用者の責任である。

レーザとワークピースとの相互作用を支援するために用いられる各種の関連気体（酸素など）及び発生する如何なる煙霧から生じる危険源に対しても，十分に注意を払わねばならない。関連する危険源には，爆発，火災，毒性，酸素過多及び酸素欠乏が含まれる。

追加的情報は，**附属書 A** に掲げられている。

6 安全要求事項と手段の確認

この規格（**ISO 11553** 第 1 部）の要求事項，特にガード及び制御装置の存在及び配置に関わる要求事項に関わる一般的適合性は，肉眼検査により確認しなければならない。

制御装置が適正に機能することは，製造業者が指定した機能検査により確認しなければならない。

レーザ放射レベルに関する確認手順については，**IEC 60825-1** に準拠しなければならない。

7 使用者に対する情報

IEC 60204-1，**IEC 60825-1**，**ISO 11252** 及び **ISO 12100-2** の各要求事項に加えて，次の各要求事項も満たさなければならない。

a) 製造業者は，顧客又は使用者に対して，正しい保守及びサービスの手順を含む，関連する安全関連の文書及びデータを供給しなければならない。

b) 製造業者は使用者に対して，機械から放出される煙霧や粒子状物質の除去及び処置に関わる使用者の責任につき情報を通知しなければならない。

c) 製造業者は，加工対象として意図している材料とかかる材料の加工により生成される煙霧及び粒子状物質の限度となる敷居値に関する情報を提供しなければならない。製造業者はさらに，煙霧及び粒子状物質を取り除く機器に関する一般的情報を提供しなければならない。

d) 製造業者は使用者に対して，実施可能で適切な安全関連の訓練を用意しなければならない。

e) 製造業者は，使用者への指示書又は操作マニュアル（取扱い説明書）の中の目に付きやすい場所に警告文言を掲載する形で，使用者に対して既知の潜在的危険源につき通知しなければならない。

使用者への指示書又は操作マニュアルへの掲載を検討しなければならないのは次の項目である。

— **IEC-60825-1** は，一次レーザ放射に対する保護方策について規定している。クラス 3B 及びクラス 4 のレーザ製品による被ばくが想定される場合，最低限の必要条件は，該当するレーザ出力及び波長に対する定格を有した保護めがねを着用することである。
— 作業の中には（例えば溶接の場合），強力な紫外及び可視の放射が生じるかもしれないものがある。この種の放射への被ばくが想定される場合，最低限の必要条件は，適切な保護めがね（例えば溶接マスク）を着用することである。
— 材料加工応用の多くは，煙霧や微粒子を放出する。金属加工の場合，重金属の蒸気が放出されることもある。これらの放出物は，身体の皮膚及び臓器に危害を及ぼすことがある。プラスチック加工の場合，有害な（例えばアレルギー誘発性，毒性，がん誘発性を持つ）副産物が生じることもある。ガード，空気濾過機能を備えた呼吸マスクなどの適切な保護方策が必要になることもある。

加工を始める前の最低限の要求事項は，次による。

a) 加工する材料について熟知し，どんな副産物が生じるのかを知っておき，健康にとってどんなリスクがあるのか評価して，どのような予防措置が必要かにつき結論を出しておく。
b) リスクを防止又は管理する適切な方策を講じる。このような方策は，通常，人から離れた遠方の大気中に排気ガスが放出される前に，プロセスゾーンからの煙霧の積極的な排出と適切な純化を必要とする。
c) オペレータに対して，リスク及び実践する予防措置について，情報提供し，教育し，訓練する。
d) 必要に応じて，オペレータの被ばく状況を監視し，所轄当局による法規に従って，オペレータの健康状態について適切な形の監督態勢を敷く。
e) 排気ガスを大気中に放出する前に，国・州（県）・地方自治体の法規で遵守しなければならないものにはどのようなものがあるか，該当する所轄当局の指導を仰ぐ。

レーザ及び関連機器の電源には，危険な電圧と電流が使われる。電源装置には，機器システムのスイッチを切断した後もしばらく充電状態を持続するコンデンサーバンクが含まれている可能性がある。

修理に関する最低限度の要求事項は，電気安全実践用の規則に従うことである。

8 ラベル

地域及び地方でラベル表示に関する法規がある場合は，これを遵守しなければならない。

機械には，ラベルにより次の項目の全てを表示しなければならない。

— レーザ加工機の製造業者の社名及び所在地
— 製造年月日
— 機械のシリーズ番号又は型名（当てはまる場合）及び通し番号（該当情報がある場合）。

ラベルは，次の各要求事項を満足しなければならない。

— レーザ放射の警告ラベルの色，大きさ，印刷様式などについては，**IEC 60825-1** の規定に準拠する。

— **IEC 60825-1** の規定により必要となるラベルの貼付に加えて，レーザ加工機は，据付後，他にも適切な注意及び警告用のラベル（例えば，“この機械は，有毒性の煙霧及び微粒子を発生させることがあります”）を貼付しなければならない。ラベルの大きさや貼付場所は，読む人が箇条 **4** でリストアップした各種の危険源にさらされることなしに，危険区域の外側からでも判読できることを考慮に入れて決めなければならない。

ラベルの色，大きさ，印刷様式は，**ISO 3864** の要求事項に適合しなければならない。

附属書 A
（参考）
潜在的危険源

A.1　加工副産物の例

A.1.1　一般事項

レーザを用いた材料加工の副産物の中でも，より普通に見られる幾つかを次に例示する。

これらの事例は，あくまでも参考情報として呈示されるものであって，完璧に網羅したものではない。

A.1.2　セラミックの加工

アルミニウム酸化物（アルミナ），マグネシウム酸化物，カルシウム酸化物及びシリコン酸化物。

酸化ベリリウム（高度の毒性を持つ）。

A.1.3　シリコンの加工

空気中浮遊 Si 及び SiO の飛散物（吸入の危険；圭肺症の原因となる恐れがある）。

A.1.4　金属の加工

医学的観点からすると，少なくとも次の各金属及びそれらその化合物が該当する。

Mn，Cr，Ni，Co，Al，Zn，Cu，Be，Pb，Sb。

医学的影響には次のようなものがある。

— 有毒：　Cr^{6+}，Mn，Co
— アレルギー症，金属蒸気熱：　Zn，Cu
— 肺繊維症：　Be
— 発がん性：　Cr^{6+}，NiO

ベリリウムは非常に危険である。重金属の蒸気は，特にチタン，マグネシウム，アルミニウムに類似した合金又は Zn を被覆した金属を切断する際に発生する。

A.1.5　プラスチックの切断

潜在的な危険源となる数多くの物質が放出される可能性がある。低温では脂肪族炭化水素が生成される一方，高温では芳香族炭化水素（ベンゼン，PAH など）やポリハロゲン化多核炭化水素 （ダイオキシン，フランなど）が増加する。特定の材料には，シアン化物，イソシアン酸塩（ポリウレタン），アクリル酸塩（PMMA）や塩化水素（PVC）の放出につながる可能性がある。

医学的影響の中には，次のようなものが含まれる。

— 毒性：　シアン化物，CO，ベンゼン誘導体
— アレルゲン／刺激剤：　イソシアン酸塩，アクリル酸塩
— 呼吸器官への刺激：　ホルムアルデヒド，アクロレイン，アミン
— 発がん性：　ベンゼン，幾種類かの PAH

A.1.6　金属の溶接

金属の溶接は，切断に比べて煙霧の放出が一般的に低い。重金属の蒸気が想定される。

A.1.7　熱処理

一般的に，有意な副産物は見られないが，ある程度は重金属の蒸気が生じる。

A.1.8　ハンダ付け及びロウ付け

重金属の蒸気，フラックス蒸気（flux vapors），及び副産物の放出が想定される。

A.1.9　紙や木の切断

標準的なセルロース副産物，エステル，酸，アルコール，ベンゼン

A.1.10　意図に反して劣化する材料

レーザ放射の結果，意図に反して劣化した材料や物質（光学系等）から生じる有害副産物。

Zn 及び Se の酸化物。

A.2　二次的放射による危険源の事例

二次的放射による危険源には，溶接ゾーンにより生じる光学的放射が含まれ，次のような結果をもたらす。

— ポリマーの分解，並びに有毒煙霧及びガス，特にオゾン，の放出

— 可燃性の材料及び物質により生じる火災又は爆発の危険源

— プラズマにより生じる X 線

— 紫外及び高輝度可視光の放出により生じる人に対する危険源。

A.3　機械的危険源の事例

機械の動く部分は危険源となる懸念がある。

ロボットは, 保護囲いに穴を開けたり, レーザ又はビームデリバリシステムに損害をもたらしたり, オペレータ, 保護囲いの壁面，覗き窓などにレーザビームを向けたりすることがあり得る。

A.4　電気的危険源の事例

A.4.1　一次的危険源

高圧，蓄積エネルギー，大電流の可能性。

A.4.2　二次的危険源

非常な高電圧の下における，保護遮蔽のない部品からの X 線の発生。

A.5　設計上の欠陥

インターロック用スイッチ，スイッチアセンブリ，インターロック回路，ガス配管及びガス栓についての貧弱な設計又は配置。

ケーブル及びガス配管の，レーザ放射に対する不適切な保護。

附属書 B
（参考）
その他の危険源からの保護

B.1　一般事項

この附属書では，レーザ関連以外の危険源について，考慮に入れておくのがよい危険源の事例を取り上げる。ただし，このリストは，全てを網羅してはいない。

ISO 12100-1 及び **ISO 12100-2** の要求事項は，次に列挙される危険源の全てに適用される。

B.2　機械的危険源

“機械類の安全性”に関する **ISO/TC 199** が作成した規格を参照。

B.3　電気的危険源

IEC 60204-1 の要求事項が適用される。

B.4　熱的危険源

EN 563 を参照。

B.5　騒音

箇条 **1**（適用範囲）で説明したように，続いて制定する部で取り扱う。

B.6　振動

ISO 2631 を参照。

B.7　ハードウェアとソフトウェアとの両立性及び完全性

特殊な要求事項が適用される可能性がある。

B.8　二次的放射からの保護

EN 165～**EN 171** の全ての規格並びに **EN 207** 及び **EN 208** を参照。

参考文献

[1] **ISO 2831-1**：1997，Mechanical vibration and shock–Evaluation of human exposure to whole-body vibration–Part 1: General requirements

[2] **ISO 11145**：2001，Optics and optical instruments–Lasers and laser-related equipment–Vocabulary and symbols

[3] **ISO 13850**：1996，Safety of machinery–Emergency stop–Principles for design

[4] **IEC 60601-2-22**：1992，Medical electrical equipment–Part 2: Particular requirements for the safety of diagnostic and therapeutic laser equipment

[5] **IEV**：1992，International Electrotechnical Vocabulary

[6] **EN 165**：1995，Personal eye-protection–Vocabulary

[7] **EN 166**：2001，Personal eye-protection–Specifications

[8] **EN 167**：2001，Personal eye-protection–Optical test methods

[9] **EN 168**：2001，Personal eye-protection–Non-optical test methods

[10] **EN 169**：2002，Personal eye-protection–Filters for welding and related techniques–Transmittance requirements and recommended use

[11] **EN 170**：2002，Personal eye-protection–Ultraviolet filters–Transmittance requirements and recommended use

[12] **EN 171**：2002，Personal eye-protection–Infrared filters–Transmittance requirements recommended use

[13] **EN 207**：1998，Personal eye protection–Filters and eye-protectors against laser radiation (Iaser eye-protectors)

[14] **EN 208**：1998，Personal eye-protection–Eye-protectors for adjustment work on lasers and laser systems (Iaser adjustment eye-protectors)

[15] **EN 563**：1994，Safety of machinery–Temperatures of touchable surfaces–Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces

[16] **EN 1050**：1996，Safety of machinery–Principles for risk assessment

[17] **EN 1070**：1998，Safety of machinery–Terminology

3.2.2　IEC 60825-1 Ed.2 ISH-01

IEC 60825-1（第 2 版：2007）I-SH 01

レーザ製品の安全性－

第 1 部：機器のクラス分け及び要求事項

解釈票 1

9.2 及び 9.3

この解釈票は，**9.2** 及び **9.3** を明確にしたものである。

序文

波長 400 nm～1 400 nm の放射については，多くの場合，“条件 3”（裸眼による観察）が最も厳しい基準であると認識することにより，“条件 2”（ルーペによる観察）による測定を実施する必要性が大いに削減できる。

解釈

次の表は，**IEC 60825-1** の **9.2** 及び **9.3** の解釈の概要を記述したものである。

場合	判定
視角＞1.5 mrad（基準点から 100 mm において）	条件 2 は考慮する必要なし
視角≦1.5 mrad（基準点から 100 mm において），又は， 視角が未確定	簡略化した条件 2，すなわち，C_6=1 を用いる
中間的な光源に対する選択肢 視角≦1.5 mrad（基準点から 100 mm において），かつ， 視角＞1.5 mrad（**図 5** を用いて）	簡略化した条件 2 を適用するのは厳し過ぎる場合，**図 5**（**図 5** を用いて決定した C_6）を用いることができる

理論的根拠

独立した研究（参考文献[1]を参照）によると，分散光源から得られる波長 400 nm～1 400 nm の放射については，分散光源に対する条件 2 より条件 3 の方がより厳しいことが分かった（**図 5**）。その主な理由は，条件 2 による光源の拡大率である。さらに，条件 2 のレンズの開口絞りは，環境照明が高レベルの場合を模擬するので 3.5 mm に絞られているが，条件 3 では偶発的露光を含めて一般的目視条件を模擬するため，7 mm の開口絞りを用いているからである。

上記の表における 1 行目：

基準点から 100 mm における裸眼観察条件で，アパーレント光源が分散している（α>1.5 mrad）ことが確認できれば，条件 2 は考慮の必要はない。

上記の表における 2 行目：

裸眼観察条件で，光源が大きくない（つまり，基準点から 100 mm において，アパーレント光源が 1.5 mrad より小さい）場合，又はアパーレント光源の視角が未確定（規定の簡略化した評価法）な場合は，条件 2 は条件 3 よりもより厳しいと考えられるため，条件 2 は考慮の必要がある。

上記の表における 3 行目：

選択肢として拡散光源用の条件 2（**図 5**）の適用を考慮する場合は，次の二つに区別できる。

a) アパーレント光源の視角が，基準点から 100 mm において 1.5 mrad 未満であり，しかし，拡散光源用の条件 2（**図 5**）を用いると（ルーペによる拡大の効果で）広がる（α>1.5 mrad）場合は，拡散光源用の条件 2 は，簡略化した条件 2 より厳しくなくなって，評価に用いることができる。（**図 5** に準じて）条件 2 を拡散光源用に用いるのであれば，この測定条件で，対応する視角も決定する必要がある。なお，この場合では，拡散光源用の条件 2（**図 5**）よりも条件 3（C_6＝１）の方がより厳しい条件となるときがあり，そのことを考慮しなければならないことを注意しておいたほうがよい。

b) アパーレント光源の視角が基準点から 100 mm において 1.5 mrad 未満であり，かつ拡散光源用の条件 2（**図 5**）を用いても 1.5 mrad 未満である場合は，簡略化した条件 2（**表 11**）を適用してよい。

注記 この規格の **9.3.2** に記述されている規定（簡略化した）評価法のために，アパーレント光源の視角を決定する必要はない。アパーレント光源は，最も厳しいケースだと思われるので，分析を単純化するために，光源の大きさが小さいと考えることも可能だからである。その場合，**表 11** に規定する簡略化した測定条件（上記の表における 2 行目）が適用される。

参考文献

[1] Influence of magnifiers on ocular exposure levels, G Vees, R Gilber and K Schulmeister, ILSC Paper 503, ILSC 2009 Proceedings (Laser Institute of America)

3.2.3　IEC 60825-1 Ed.2 ISH-02

IEC 60825-1（第 2 版：2007）I-SH 02

レーザ製品の安全性－

第 1 部：機器のクラス分け及び要求事項

解釈票 2

8.3 f) 3)

この解釈票は，**8.3 f) 3)**を明確にしたものである。

序文

持続時間が 1 ns 以下のパルスについては，**8.3 f) 3) 3.1)**で挙げた基準（いわゆる“$N^{-0.25}$ 基準”）を適用すると，**8.3 f) 3) 3.2)**で挙げた TOTP 基準に比べ，過度に制約的な結果となる。

注記　この解釈票は，*MPE* 分析（**A.3 c)**）にも適用される。

解釈

400 nm～1 400 nm の波長帯では，**8.3 f) 3) 3.2)**で挙げた TOTP 基準は，同等のエネルギーと持続時間のパルスを持つパルス列に適用できる。

注記 1　“$N^{-0.25}$ 基準”を適用する場合，TOTP 基準と同等の評価に結果するよう，次の要領で適用するのがよい。

T_i 以下の持続時間を持つパルスは，パルス持続時間 T_i が割り当てられる。T_i の持続時間内に 2 個又はそれ以上のパルスが発生した場合には，それらのパルス群には T_i の持続時間が割り当てられる。T_i に適用される *AEL*（すなわち，C_5・*AEL*(T_i)）には，補正係数 C_5 が使われる。T_i 内に単一のパルスが発生した場合は，そのパルスのエネルギーは補正 *AEL*，すなわち，C_5・*AEL*(T_i)）と比較される。T_i 内にパルスが 1 回以上発生した場合，それらのパルスのエネルギーの積算は，補正 *AEL* と比較される。

注記 2　**8.3 f) 3) 3.2)**の題名は“パルス幅又はパルス持続時間が変化する場合”となっているが，元来意図された表現は“パルス幅又はパルス間隔が変化する場合”であり，正誤表 1 で訂正されているとおりである。

理論的根拠

不変のパルス持続時間とエネルギーを確保するため，二つの基準（$N^{-0.25}$ 基準と TOTP 基準）が全てのパルス持続時間につき一般原則として同価であるのが望ましいが，それは双方とも複数のパルス露出に対する同一熱加法性を反映するものであり，不変パルス列は非不変パルス列の特殊なケースである。

T_i を超えるパルス持続時間の場合，**IEC 60825-1**: 2007 の規定にもあるように，TOTP も $N^{-0.25}$ も数学的に同一の評価を産する。個々のパルスの持続時間が 1 ns より短いパルス列の場合は，**IEC 60825-1** の下で単一パルス（持続時間が 1 ns 以下のときは 18 μs 又は 50 μs の T_i の *AEL* より短い）に対しては $N^{-0.25}$ 基準が *AEL* に適用されるため，

$N^{-0.25}$ 基準と TOTP 基準は異なる結果をもたらす。これらのルールは両方とも，パルスの熱加法性を反映するものとして作り出されたものであり，したがって TOTP の方がより一般的に用いられる基準である。現行の $N^{-0.25}$ 基準を TOTP 基準と同等にする基準は，前出の**注記 1** で概説したとおりである。

この解釈票は，改正版 **IEC 60825-1** が発行される日まで有効である。

第４章　標準化国際シンポジウム

4.1　シンポジウムの目的

第１章でも述べられたように、レーザ安全性の問題に対する多面的な対応が求められている社会状況のなかで、包括的なレーザの安全指針が法規化されていない我が国では、専門家による安全性の認識・広報活動が、産業界のみならず高度に情報化された社会生活の安全・安心のために求められている。

このレーザ安全性の啓蒙を図るために、最も有効かつ適切なシンポジウムはどのような形なのかをレーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会で議論した。その結果、（１）米国及び欧州のレーザ安全の専門家を招聘し、日本のレーザ安全の現状との差異を明確にする。また、（２）レーザ安全に関する産業界のトピックスを紹介する。ことが今年度のシンポジウムとして適切であるとの結論を得た。そのため、米国の専門家として IEC/TC 76 議長、欧州の専門家として IEC/TC 76/WG 8 コンビーナ、対する日本の現状を紹介する専門家として IEC/TC 76 国内委員会委員長を講演者として選定し、また、産業界応用を代表してレーザプロジェクタを取り上げることとした。

4.2　シンポジウムの実施内容

上記の方針に従い、2012 年度光産業技術標準化国際シンポジウムとして「レーザ機器の安全・安心」をテーマとし、2013 年 2 月 1 日に、六本木アカデミーヒルズにおいて、以下のプログラムで開催した。

12:45～12:50：　光協会挨拶　専務理事　小谷泰久

12:50～13:30：　近畿大学　橋新裕一教授「日本のレーザ機器の安全・安心－現状と課題－」

13:30～14:30：　IEC/TC 76（レーザ安全）議長（米国）　J. Dennis 氏「レーザ機器の米国への輸出時の留意点」

14:50～15:50：　英国 HPA レーザ安全グループリーダー　J. O'Hagan 博士「レーザ安全に関する欧州の法律と規格」

15:50～16:30：　ソニー（株）製品安全チーフコーディネーター　三橋正示氏「照射型プロジェクタ光源のレーザ化と安全規格」

定員 84 名の会場で 56 社 82 人の申し込みを受け付け、実際の参加者は 51 社 72 人であった。（講演者・主催者側（光協会）除く。）参加者の声を聴くためアンケートをとった。その結果を補助資料として巻末に添付する。

4.3　講演予稿

以下に四つの講演の予稿を掲載する。

平成24年度（2012年度）光産業技術標準化国際シンポジウム

日本のレーザ機器の安全・安心
－現状と課題－

橋新　裕一

一般財団法人 光産業技術振興協会
TC76レーザ安全性標準化委員会　委員長

近畿大学 大学院 総合理工学研究科 東大阪モノづくり専攻
近畿大学 理工学部 電気電子工学科

平成25年2月1日(金)12:50～13:30
六本木アカデミーヒルズ　スカイスタジオ

講演内容

1. 安全・安心の基礎
2. 事故と保険
3. 事故例と安全対策
4. 日本と世界の標準化
5. レーザ安全基準と規制の現状
6. レーザ安全標準化作業の課題

講演内容

1. 安全・安心の基礎
2. 事故と保険
3. 事故例と安全対策
4. 日本と世界の標準化
5. レーザ安全基準と規制の現状
6. レーザ安全標準化作業の課題

レギュラトリーサイエンスとは
Regulatory Science

厚生白書（平成2年版）によれば

科学と人間との調和を図る科学

人間の立場に立った科学技術のコンダクターとしての役割を持つ科学

「有効性と安全性の評価科学」

2010年（平成22年）8月　一般社団法人レギュラトリーサイエンス学会　設立

安全・安心に関する一般概念

安全　危険でないこと

身体や生命に危害または損失の生じる恐れがないこと

安心　危険なことや恐れるようなことがないと確信できた場合

安全の基本と云えば

事故は時・場所・場合などに関わらず、
起きるものとの認識が重要である。

継続的・定期的な安全教育と
事故を想定した安全対策の構築

ということが良く知られている

安全対策　　基本的な事項

自分の身は自分で護る

弱者は傍に居る健常者が護る

弱者とは

身体障害者、けが人、病人、老人など

あなたも弱者になる可能性がある

ヒヤリハット活動

危険感受性

危険なモノを危険と感じる感受性を鋭くする

危険を　見る目を育てる

危険源

不安全な状態

不安全な行動

危険なモノ・・・ナイフ

危険な作業（仕事）・・・ビルの窓拭き

危険な場所・・・断崖の縁

危険な時・場合・・・焚き火の時

三現主義

現地　　現物　　現実

頭で考える前に

現地に赴き

現物を確認し

現状を認識 （事実を把握）

KYK･･･危険予知活動
KYT･･･危険予知 トレーニング

指差し呼称

4S活動

整理　必要なモノと不要なモノの分類、不要なモノの廃棄

整頓　いつでも取り出せるように収納する ラベル

清掃　クズやホコリのない状態を保つ

清潔　汚染防止 服装などの汚れ除去

警告　取り扱いを誤った場合、使用者が死亡または重傷を負うことが想定される

注意　取り扱いを誤った場合、使用者が傷害を負うことが想定されるか、物的損害の発生が想定される

禁止　禁止の行為であることを示す。具体的な禁止内容を表示

重傷・・・後遺症が残る、入院・長期通院を要する怪我や火傷、失明など
傷害・・・治療に入院・長期通院を要さない怪我や火傷
物的損害・・・家屋・家財および家畜・ペットなどにかかわる損害

事故が起きてしまったら

近畿大学理工学部

人命優先・初期の対応が大切

・自分が落ち着くこと
・二次的な事故防止
・誠意を持って、毅然とした態度で対応
・的確・速やかな報告
・事故の発生や傷害の発生を隠さない
・口頭での対処
・相談窓口を拡げない
・第3者は口を挟まない
・被害者・加害者ともに大学の大切な財産

応急処置法

① 薬品による障害
② 外傷
③ やけど
④ 凍傷
⑤ 電撃傷
⑥ 放射線被爆
⑦ CPR （心肺蘇生法、AED）

レーザ

レーザによる眼の傷害に対しては、応急処置法がない

安全文化の育成

- 事故を率直に報告できる雰囲気づくり
- 情報共有化の構築
- 定期的・継続的な安全活動の推進

自分の身は自分で護る

講演内容

1. 安全・安心の基礎
2. 事故と保険
3. 事故例と安全対策
4. 日本と世界の標準化
5. レーザ安全基準と規制の現状
6. レーザ安全標準化作業の課題

事故に関連する保険について

社員（学生）が事故に遭い、
上司（教員）にその責任が問われ、
賠償金を支払わなければならなくなった場合

会社（大学）側がその賠償金を
上司（教員）に代わって支払ってくれるでしょうか？

答えは　NO　である

賠償責任保険で、
上司（教員）の賠償金を賄ってくれるでしょうか？

答えは　NO　である

賠償責任を賄う保険は存在しない？

職場で事故が発生すると
職位が上位の者に必ず賠償責任が問われる。

賠償責任割合は通常10%以上である。

1事故最低約200万円

講演内容

1. 安全・安心の基礎
2. 事故と保険
3. 事故例と安全対策
4. 日本と世界の標準化
5. レーザ安全基準と規制の現状
6. レーザ安全標準化作業の課題

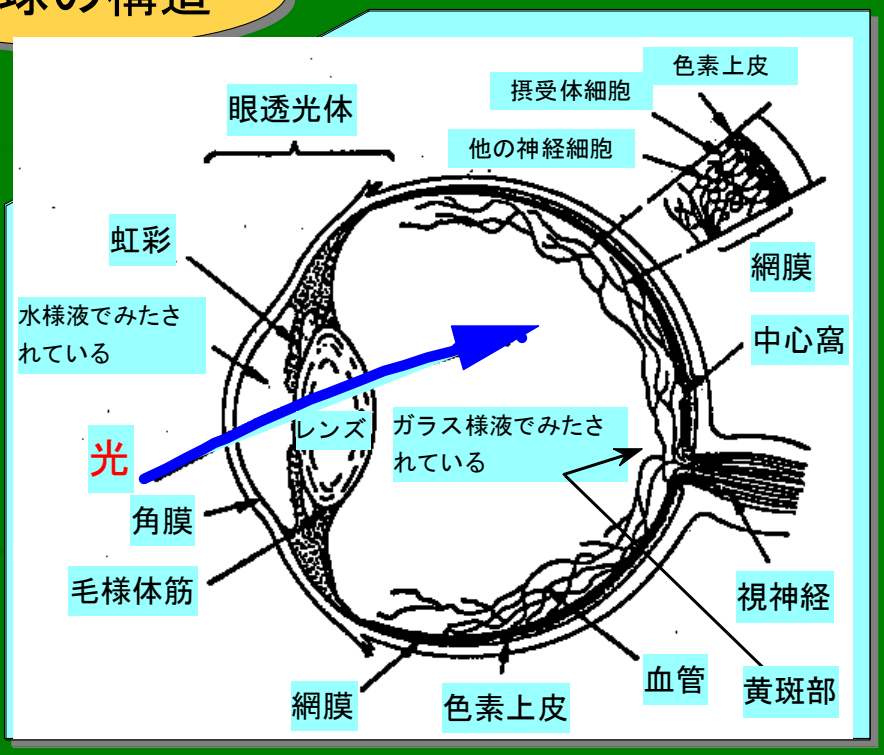
眼球の構造

眼底治療
- 網膜剥離
- 毛細血管の異常増殖

緑内障
白内障

屈折矯正
- 近視矯正

加齢黄斑変性



レーザ安全ガイドブックより引用

Nd:YAGレーザによる網膜傷害

実例

被爆2時間後

大出血

被爆6ヵ月後

瘢痕

機能永久欠落

レーザによる皮膚傷害(1)　実験

レーザ安全ガイドブックより引用

炭化焼却

CO_2レーザ
CW 20W
ウサギの耳
光生物学的破壊反応

血液凝固

色素レーザ（585nm）
10kJ/m^{-2}, 450μs
ウサギの耳
血管収縮
血管のみに反応

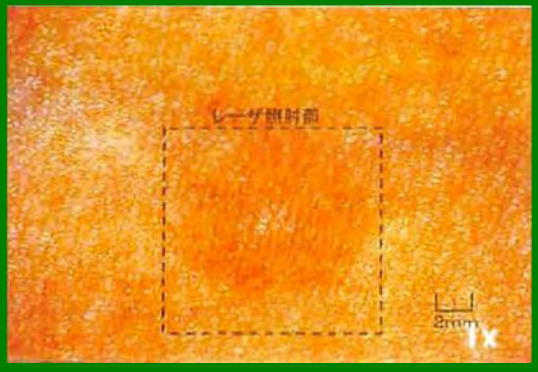
レーザによる皮膚傷害(2)　実験

レーザ安全ガイドブックより引用

蛋白変性

CO_2レーザ
CW 20W
豚の肝臓（レバー）

発赤



Qスイッチルビーレーザ
30kJ/m^{-2}, 20ns
ヒトの腕

産業用レーザによる事故例（Nd:YAGレーザ①）

発生年	職業	年齢	使用レーザー	事故の状況	視力経過
1975	研究員	35	Nd:YAG	直接	左0.06
1979	大学院生	25	Nd:YAG	反射	左0.3から1.2
1980	研究員	30	Nd:YAG		左0.8
1982	大学院生	23	Nd:YAG SHG	直接	左0.4から0.2
1982	研究員	31	Nd:YAG	ミラー誤認直接	右0.02から0.2
1983	大学院生	26	Nd:YAG 8sec 100MV 30nm	反射	左0.1から0.6
1984	大学生	22	Nd:YAG	実験見学中反射	左0.1から0.6
1984	研究員	23	Nd:YAG	反射	右1.2
1987	研究員	43	Nd:YAG 100mJ 6nsec 20Hz	直接	左0.04から1.2
1989	研究員	32	Nd:YAG 8mJ 6nsec	反射	右1.2
1990	大学院生	24	Nd:YAG		左1.2

資料提供：小澤哲磨（横浜逓信病院）
植田俊彦（昭和大学）

産業用レーザによる事故例（Nd:YAGレーザ②）

発生年	職業	年齢	使用レーザー	事故の状況	視力経過
1991	研究員	30	Nd:YAG?	照射の自覚なし	右0.5から1.2 左0.6から1.0
1992	大学院生	29	Nd:YAG SHG 150mJ	白紙で反射	左0.7から1.0
1993	大学院生	24	Nd:YAG 10mJ	鏡で反射,2回目	左1.0
1993	研究員	28	Nd:YAG 1mJ	スライドガラス反射	左0.2
1994	学生	23	Nd:YAG		左0.4
1995	大学講師	34	Nd:YAG　数百mJ	SHGプリズム面反射	左0.9
1996	研究員	30	Nd:YAG　数百mJ		右0.1
1997	大学院生 5名	22-29	Nd:YAG	SFG実験入射窓から反射	右0.7から1.0 左0.06から0.01
1997？	大学院生	21	Nd:YAG	物性実験ミラー調整中	右0.06
1998	大学院生	23	Nd:YAG	実習	左0.3から1.5
2000		24	Nd:YAG 30mJ 10pulse/sec	レーザー調整中	右1.2から0.8
2002		34	Nd:YAG 50mJ 0.3mmΦ	光軸調整中	右0.5　左1.5
2004	大学生	21	Nd:YAG	実験見学中反射	左1.5から0.7

産業用レーザによる事故例（その他のレーザ）

発生年	職業	年齢	使用レーザー	事故の状況	視力経過
1973	研究員	35	Ar		左1.2
1982	技術員	24	Ar	眼科用･点検中	左0.2
1988	技術員	26	Ar 4W	ライトショー調整中	左0.9
1988	技術員	43	Ar 4W	ライトショー調整中	右0.9から1.2
1991	技術員	35	Ar 60mW	眼科用調整中	右1.2
1992	研究員	30	Ti:Sapphire 10mJ	IRカード反射	左0.02から0.7
1993	研究員	37	Ti:Sapphire	1/3波長変換 眼底	左1.2
1993	研究員	38	Ti:Sapphire 745nm		左0.4
1995	研究員	36	Ti:Sapphire	1/3波長変換 眼底	左1.2
1996？	研究員	31	Ti:Sapphire	化学実験中ミラー回転	左0.4から0.8
1999	研究員	30	Ti:Sapphire SHG 470μm	物性実験 偏光板操作中	左0.7から1.5
2003		25	フェムト秒レーザー 1kW 30-100fsec 1mmΦ	光軸調整中	右1.2 左1.0
1992	研究員	20	エキシマ？	衝立倒れ角膜、眼底	右0.6 左0.9
1965	大学講師	34	ルビー	ガラス板反射	右0.9から1.5

レーザポインターによる事故例

国民生活センター等

友人のレーザポインターが息子の眼に当たり、網膜が火傷状になり、1年後の現在も視野に後遺症が残った（2000年12歳男児）。

電車の中で同じ車両にいた小学生に、2歳と6歳の子供が眼を中心にレーザポインターを当てられ、子供の眼が傷つけられた。障害が残るかどうかは2～3年経過しなければ分からない（2000年2歳女児）。

中学校教室内で生徒数人がレーザポインターを振り回していて、光がほかの生徒の眼に当たり、視力が低下した。パッケージには英文で注意書きがあるらしいが、子供には理解できない（1999年13歳女子）。

授業中、生徒が約3mの距離から教師に向け、レーザポインターを執拗に照射した。その結果、事故前の矯正視力1.2が2ヶ月後に0.05に低下し、中心暗点があり、黄斑に顕著な混濁と中心窩出血があった。半年後も視力は0.2と低く、中心暗点も残っていた（1999年23歳女性）

平成20年9月6日に行われた、日本対バーレーンのW杯アジア最終予選において、日本の選手は試合中に何度も緑色のレーザ光線を当てられる妨害行為を受けた。

青色発光ダイオードおよびブラックライトによる事故例

青色発光ダイオード光（波長460nm、照射パワー0.85mW）の継続的照射によって、視力障害が起こる可能性が報告されている。

小説・映画で話題を呼んだ「ダヴィンチコード」で注目されたブラックライト（商品名シークレットペン、ピーク波長405nm、出力5mW）で視力障害が起こった例が報告されている。

資料提供：尾花　明（聖隷浜松病院）

IPLによるポートワインステインの治療
（高輝度パルス光源）

500～1000nm

治療前

IPL治療

薬物治療

IPLによる虹彩傷害

500～1200nm、550nm以下をカット

レーザー脱毛に関する疑義解釈（厚生労働省）2005年3月24日

NPO法人日本レーザー医学会

レーザー脱毛

医師免許を有しない者による脱毛行為

違反である

民生用（家庭用）レーザ脱毛器は？

民生用（家庭用）IPL美容器は？

レーザ手術失敗による医療過誤訴訟の一例

LASIK治療3件
（説明義務違反、適正手術義務違反が認められず、何れも患者側の敗訴）

いびき治療
（説明義務違反が認められず、患者側の敗訴）

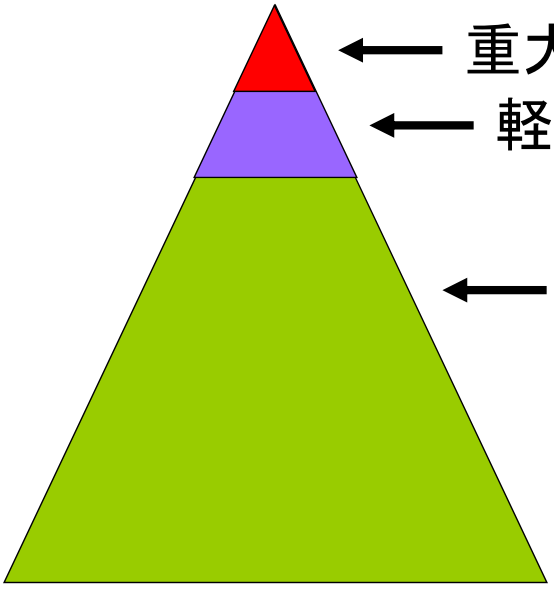
シミ（肝斑）治療
（適応外の不適切なレーザ治療が認められ、患者側の勝訴）

刺青除去手術
（手術費用の説明不十分が認められ、患者側の勝訴）

椎間板ヘルニアのレーザ治療でも、医療過誤訴訟が多い

何れのレーザ治療も自由診療であり、保険が適用できない。患者は流行に惑わされることなく、手術内容やその危険性、失敗後の対応などを十分に理解した上で、手術に臨むべきである。施術者は模擬実験などで手術手技に十分慣れた上、厳格な適応基準を設けて手術を行うべきである。

ハインリッヒの法則
事故統計における1:29:300の法則



← 重大な事故　1　件

← 軽度の事故　29　件

← 表に出ないヒヤッとした体験　300　件

1件の重大災害を防ぐには
330のリスク要因を減らさなければならない

1930年代の米国　50万件の労働災害の解析

レーザの安全対策

事故・ヒヤリハットの原因は

レーザが生体に与える影響を軽視したこと

安全対策を考慮しなかったこと

安全対策を面倒と感じ、粗略にしたこと

レーザの波長・パワー・発振モードを知り、

生体に与える影響がどの程度かを知ること

具体的な安全対策（その１）

① 防護ゴーグルの着用

② レーザ放射口の確認と表示

③ レーザビームの進む方向の確認

④ 反射物（金属など）の有無確認と除去

⑤ 可燃性物質（紙類、薬品類）の有無確認と除去

⑥ 警告表示ラベル・警告文の掲示

具体的な安全対策（その2）

⑦ 運転中の表示灯・警告音

⑧ レーザ光路の遮蔽（カバー、散乱光除去）

⑨ ビームストッパの設置

⑩ 作業者以外の立入り禁止用防護柵の設置

⑪ 警告表示ラベル・警告文の掲示

⑫ キースイッチ、インターロックの確認

レーザ光用遮光保護具

YAMAMOTO

- Protecting for you -

安全教育

一般財団法人 光産業技術振興協会

レーザ安全スクール

レーザ機器取扱技術者試験

NPO法人 日本レーザー医学会

安全教育講習会、専門医制度

一般社団法人 レーザー学会

レーザーの安全教育技術専門委員会

テキスト作成中、シンポジウム、セミナー

講演内容

1. 安全・安心の基礎
2. 事故と保険
3. 事故例と安全対策
4. 日本と世界の標準化
5. レーザ安全基準と規制の現状
6. レーザ安全標準化作業の課題

日本の工業標準化

日本工業標準調査会　：　JISC
Japanese Industrial Standards Committee

経済産業省に設置された審議会

日本工業規格　：　JIS　Japanese industrial Standards　の制定
10.921件　（2011年4月1日現在）

日本規格協会　：　JSA
Japanese Standards Association

経済産業省・産業環境局　所管の公益法人
JISの原案作成、規格票の発行、JISハンドブック

一般財団法人　日本品質保証機構　：　JQA
Japan Quality Assurance Organization
第三者機関として、製品等の認証・試験・検査

世界の工業標準化

国際標準化機構　：　ISO
International Organization for Standardization

162ヶ国、212TC、510SC、2,570AG、18,083規格　（2009年）

世界195ヶ国

レーザ関連　TC172 (Optics and Photonics)
SC9 (Electro-optical systems)

国際電気標準会議　：　IEC
International Electrotechnical Commission

81ヶ国、94TC、80SC、404WG、6,146規格　（2011年）

レーザ安全関連
TC76 (Optical radiation safety and laser equipment)

工業標準化の意義　（JISC）

1．経済・社会活動の利便性の確保
　　（互換性の確保など）
2．生産の効率化
　　（品種削減を通じての量産化など）
3．公正性の確保
　　（消費者の利益の確保、取引の単純化など）
4．技術進歩の促進
（新しい知識の創造や新技術の開発・普及の支援など）
5．安全や健康保持・環境の保全

国際標準化アクションプラン　（2011年7月29日 JISC策定）

取組方針1　企業経営者の意識改革

取組方針2　国際標準の提案に向けた重点的な支援強化

⑤　社会のニーズ（安全・安心）に対応する国際標準化の促進

取組方針3　世界で通用する標準専門家の育成

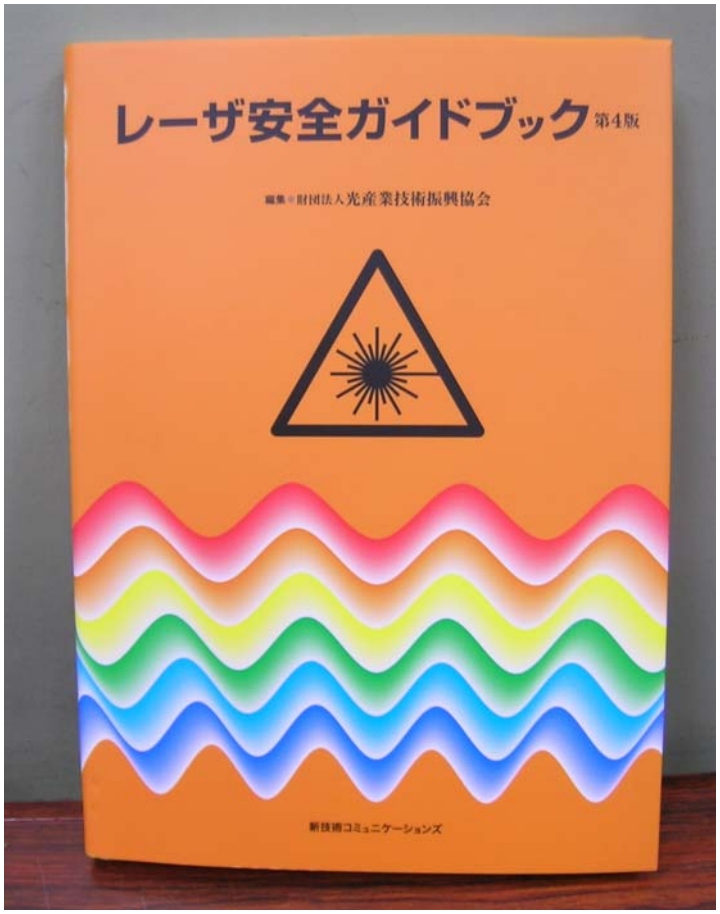
取組方針4　アジア太平洋地域における連携強化

取組方針5　諸外国の独自標準と技術規制の制定への対応

英国　BSI　　ドイツ　DIN　　フランス　AFNOR
米国　ANSI　　カナダ　SCC
日本　JISC　　中国　SAC　　韓国　KATS

講演内容

1. 安全・安心の基礎
2. 事故と保険
3. 事故例と安全対策
4. 日本と世界の標準化
5. レーザ安全基準と規制の現状
6. レーザ安全標準化作業の課題



編集

（財）光産業技術振興協会

発行所

（株）新技術ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝｽﾞ

JIS C 6802
2005年版

2006年9月25日第4版

8,000円+税

レーザ製品の安全基準

IEC（国際電気標準会議）

TC76（レーザ装置）：技術委員会（1972年設立）

IEC 60825シリーズ

（財）光産業技術振興協会

TC76 / レーザ安全性標準化委員会 （JIS素案作成）

JIS C 6802 「レーザ製品の安全基準」

JIS C 6802-2005　　LEDも含む

注：医用レーザ製品はこの規格の適用から除いていたが、
平成23年3月22日に改定され、適用されることになった。

レーザ製品の安全基準　JIS C 6802 : 2011 (IEC 60825-1 : 2007)

目次

1. 適用範囲及び目的
2. 引用規格
3. 用語及び定義
4. 技術的仕様
5. ラベル
6. その他の必要な情報
7. 特定のレーザ製品に対する付加的な要件
8. クラス分け
9. 被ばく放出レベルの決定

附属書A　最大許容露光量
附属書B　計算例
附属書C　クラス及び付随する潜在的危険性に対する解説
附属書D　生物物理学的検討
附属書E　放射輝度で表したMPE及びAEL
附属書F　要約表
附属書G　IEC 60825の各部の概要
附属書JA　使用者への指針

JIS C6802　2011年版の主な改正点（旧規格2005年版）

波長範囲：180nm～1mm

① 全てのLEDが本規格の対象外
② 用語の定義見直し
③ 保護きょう体の一般事項、ｱｸｾｽﾊﾟﾈﾙおよびｾｰﾌﾃｨｲﾝﾀﾛｯｸ、ﾋﾞｰﾑ終端器または減衰器、走査に対する安全防御、“歩行”立入り等の項目を見直すと共に、ﾏﾆｭｱﾙﾘｾｯﾄを新設
④ 使用者に対する情報、購入およびｻｰﾋﾞｽのための情報の項目を大幅に書き換え
⑤ ﾚｰｻﾞ加工機、電気玩具、消費者用電子製品の各項目を追加
⑥ ﾚｰｻﾞｰｸﾗｽの解説は、新設の附属書Cに移動
⑦ 測定条件2の発散（点）光源に対するｸﾗｽ分けのための測定が見直され、測定距離が14mmから70mmに大幅緩和
⑧ 最大許容露光量（MPE）は新設の附属書Aに移し、規格から参考に
⑨ 使用者への指針に関する条項は附属書JAとして残す

IEC 60825: Safety of laser products （レーザ製品の安全基準）シリーズ			
番号	版	発行年	表題
60825-1	Ed.2	2007	Equipment classification and requirements
	ISH2	2011	
60825-2	Ed.3	2004	Safety of optical fibre communication systems (OFCS)
	Ed.3.2	2010	
60825-3	TR Ed.2	2008	Guidance for laser displays and shows
60825-4	Ed.2.1	2009	Laser guards
60825-5	TR Ed.2	2003	Manufacturer's checklist for IEC 60825-1
60825-6	TS Ed.1	2004	Safety products with optical sources, exclusively used for visible information transmission to the human eye
60825-7	TS Ed.1	2004	Safety products emitting infrared optical radiation, exclusively used for wireless 'free air' data transmission and surveillance
60825-8	TR Ed.2	2006	Guidelines for the safe use of laser beams on humans
60825-9	TR Ed.1	1999	Compilation of maximum permission exposure to incoherent optical
60825-10	TR Ed.1	2010	Application guidelines and explanatory notes to IEC 60825-1
60825-11	NP	1999	Safety of lasers and laser equipment used in an industrial materials processing environment
60825-12	Ed.1	2004	Safety of free space optical communication systems used for transmission of information
60825-13	TR Ed.2 DTR		Measurements for classification of laser products
60825-14	TR Ed.1	2004	A user's guide
60825-16	TR Ed.1 PWI		Guidelines for the safe use of intense light source equipment on humans and animals
60825-17	TR Ed.1	2010	Safety aspects for use of passive optical components and optical cables in high power optical fibre communication systems

JIS6800 （レーザ製品の安全基準）シリーズ			
C 6801	廃版	2010	レーザ安全用語
C 6802		2011	IEC60825-1 Ed.2 (2007)に対応
C 6803		2006	IEC60825-2 Ed.3 (2004)に対応　光ファイバ通信システムの安全
C 6804		2006	IEC60825-12 Ed.1 (2004)に対応　情報伝送のための光無線通信システムの安全

レーザ安全関係の基準 （IECとJIS）
IEC 60825 Safety of Laser Products シリーズ

IEC国際規格16の内、対応するJIS規格は次の3つのみ

60825-1 Ed.2 : 2007 equipment classification and requirements
JIS C 6802 : 2011 レーザ製品の安全基準

60825-2 Ed.3 : 2004 Safety of optical fibre communication systems
JIS C 6803 : 2006 光ファイバ通信システムの安全

60825-12 Ed.1 : 2005 Safety of free space optical communication systems used for transmission of information
JIS C 6804 : 2006 情報伝送のための光無線通信システムの安全

光･レーザに関連する安全基準

ISO 6161 Ed.1 1981	Personal eye protectors – Filters and eye-protectors against laser radiation
JIS T8143 1994	レーザ保護フィルタ及びレーザ保護めがね
IEC 62471 Ed.1 2006	Photobiological safety of lamps and lamp systems
JIS C7550 2011	ランプ及びランプシステムのための光生物学的安全性
IEC 62471-2 TR Ed.1 2009	Guidance on manufacturing requirements relating to Non-laser optical radiation safety
IEC 62471-4 TR Ed.1 NP	Measuring methods
IEC 62778 TR Ed.1 2012	Application of IEC 62471 to light sources and luminaires For the assessment of blue light hazard
ISO 11553 シリーズ	Safety of Machinery – Laser processing machines
ISO 11553-1 Ed.1 2005	General safety requirements
ISO 11553-2 Ed.1 2007	Safety requirements for hand-held laser processing devices
ISO 11553-3 Ed.1 CDV	Safety requirements for noise reduction and noise measurement methods for laser processing machines and hand-held laser processing devices

医用レーザ機器の安全基準

IEC 60601 – 2 – 22 am1 Ed.3.0

Medical electrical equipment – Part 2 – 22

Particular requirements for basic safety and essential performance of surgical, cosmetic, therapeutic and diagnostic laser equipment

漏れ電流に対する安全対策が追加される

Medical electrical equipment – Part 2 – 57

Particular requirements for the safety and essential performance of non-laser light source equipment intended for therapeutic, diagnostic, monitoring and cosmetic/aesthetic use

高輝度ランプのメーカーへの安全基準

IEC/TR 62471 – 3 Ed.1

Safety of intense pulsed light source equipment - Guidelines for the safe use of intense pulsed light source equipment on humans

高輝度ランプのユーザーズガイド

安全基準の考え方

メーカーへの要求事項（安全対策）

ユーザーズガイド

お金がかかる

面倒くさい

リスクの種類とその要因

エビデンスが必要

最大許容露光量　MPE
(Maximum Permissible Exposure)

レーザの人体に及ぼす生物物理学的知見

レーザによる眼などの障害事例、動物実験

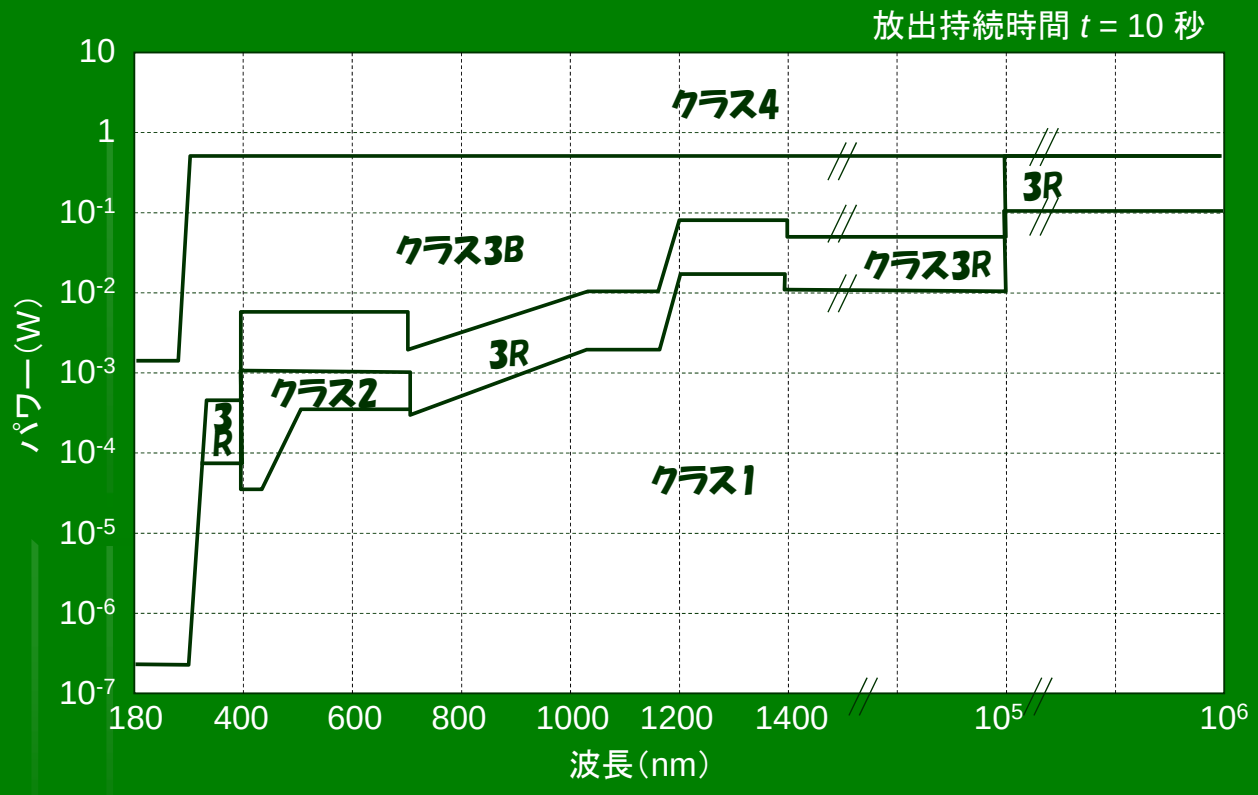
眼や皮膚などについて
それぞれ定められている

波長、露光時間、光源の視角などの複雑な関数

フィルタや保護メガネ

レーザをどの程度減衰させればよいかが分かる

JIS C6802によるレーザ装置のクラス分け



レーザ製品のクラス別危険度

クラス1C

クラス1	合理的に予測できる条件下で安全
クラス1M	使用者が光学器具を使用した場合に危険になるという点を除いて、クラス1に同じ
クラス2	まばたきなどの嫌悪反応によって眼は保護され安全
クラス2M	使用者が光学器具を使用した場合に危険になるという点を除いて、クラス2に同じ
クラス3R	直接ビーム内観察は危険になることがある
クラス3B	直接ビーム内観察は通常において危険
クラス4	拡散反射も危険になることがある

日本でのレーザ規制

違反した場合、刑罰に処されることがある

- レーザ光線による障害防止対策要綱
- 労働安全衛生法　関連
- 消費生活用製品安全法（携帯用レーザ応用装置）
- 製造物責任法（PL法）
- 電気用品安全法
- 薬事法　（医用レーザ機器）

レーザ光線による障害防止対策要綱

基発第0325002号（平成17年3月25日）
JIS C6802：2006版を参照，最新版は2011版

目的：常時従事する労働者の障害防止

適用範囲：クラス1M、2M、3R、3Bおよび4のレーザ機器
医療用および教育研究用は適用外。

レーザ機器管理者の選任：クラス3R、3Bおよび4の場合

レーザ管理区域の設定および管理

レーザ機器のクラス別措置基準

労働安全衛生法　関連

労働安全衛生法　昭和47年6月8日法律第57号
労働安全衛生規則　昭和47年9月30日労働省令第32号

努力規定から義務規定に改定

「レーザー光線等の有害光線」が明記される。

保護衣、保護眼鏡の装備とその数が明記される。

消費生活用製品安全法（消安法）

消費生活用製品安全法 特定製品関係の運用及び解釈について
最終改正　20120927商局第1号（平成24年11月20日）

携帯用レーザー応用装置

- レーザーポインター
- レーザー照準器
- レーザー光を放出するおもちゃ

特別特定製品マーク

レーザー光（可視光線に限る）を外部に照射して文字又は図形を表示することを目的として設計したものであって、携帯用のものである。

- 波長はおおよそ400～700nm
- 大きさ、機能、表示内容

講演内容

1. 安全・安心の基礎
2. 事故と保険
3. 事故例と安全対策
4. 日本と世界の標準化
5. レーザ安全基準と規制の現状
6. レーザ安全標準化作業の課題

安全性標準化作業

既存の規格の調査

リスクの種類とその要因

エビデンスが必要

アクシデント （事故）

インシデント （ヒヤリハット）

安全対策

安全性標準化作業を進める上での課題

標準専門家の育成

事故・ヒヤリハットの事例収集とその分析

光・レーザの安全に関する研究推進

関連業界・団体との連携

国際標準のJIS化作業

International Laser Safety Conference (ILSI)

Laser Institute of America (LIA)

March 18-21, 2013 Orlando, FL USA

おわりに （お願い）

光･レーザの安全基準は
絶えず更新される。

IEC/TC76 国際標準化会議
2012年10月8日～12日　英国ディドコット･HPA

光･レーザ関係者の
情報提供などの献身的な協力が必須

Exporting Laser Products to the United States

Jerome E. (Jerry) Dennis
Consultant
jerodeni2@comcast.net
Phone: 1 301 216 5057
Fax: 1 301 216 5052

Legal requirements of the CDRH/FDA

- The legal basis of these requirements is the Radiation Control for Health and Safety Act of 1968 (now part of the Food, Drug and Cosmetic Act) and the regulations published under that authority
- References:
  - Food, Drug and Cosmetic Act, Sections 531 ff
  - Code of Federal Regulations, Title 21, parts 1000 ff (21 CFR 1000 ff)

What is required?

- Compliance with the laser safety standard,
- Manufacturer's certification of compliance (conformance),
- A product report,
- Importer's declaration (FDA Form 2877)
- Complies with applicable radiation safety standards, or
- Standard does not apply to products being imported
- Designation of a US agent (Designated Agent),
- Annual reports

What standard should be used?

Either and

- 21 Code of Federal Regulations (CFR 1040.10 and 1040.11), or
- IEC 60825-1: 2001, or
- IEC 60825-1: 2007, or and
- IEC 60601-2-22 for Class 3B or Class 4 medical laser devices

Why does CDRH/FDA accept so many standards?

- CDRH Laser Notice 50?
- Which standard is the best to use?

Who is responsible to the CDRH/FDA?

- The company that imports is legally responsible
- What is the importing firm?
- What is the Designated Agent? (21 CFR 1005.25)

The CDRH FDA Performance Standards for Laser Products (21 CFR 1040.10 and 1040.11)

- Applicability and exceptions (1040.10(a))
- Applies to all laser products for import or sale in the US, except:
  - Component laser products
  - Products solely for export from the US

Some important definitions (1040.10(b))

- 1. Accessible emission level
- 12. Collateral radiation
- 13. Demonstration laser product
- 15. Human access
- 18. Irradiance and (16) Integrated radiance
- 21. Laser product
- 23. Laser system

Classification (1040.10(c) and Accessible emission limits (1040.10(d))

- Descriptions of the classes
- Values of k_1 and k_2
- Limits for collateral radiation

Class I Accessible Emission Limits

Wavelength (nanometers)	Emission duration (seconds)	Class I-Accessible emission limits (value)	(unit)	(quantity)**
≥180 but ≤400	≤3.0×10^{4}	$2.4 \times 10^{-5} k_1 k_2$*	Joules(J)*	radiant energy
	>3.0×10^{4}	$8.0 \times 10^{-10} k_1 k_2$*	Watts(W)*	radiant power
>400 but ≤1400	>1.0×10^{-9} to 2.0×10^{-5}	$2.0 \times 10^{-7} k_1 k_2$	J	radiant energy
	>2.0×10^{-5} to 1.0×10^{1}	$7.0 \times 10^{-4} k_1 k_2 t^{3/4}$	J	radiant energy
	>1.0×10^{1} to 1.0×10^{4}	$3.9 \times 10^{-3} k_1 k_2$	J	radiant energy
	>1.0×10^{4}	$3.9 \times 10^{-7} k_1 k_2$	W	radiant power
	and also (See paragraph (d)(4) of this section)			
	>1.0×10^{-9} to 1.0×10^{1}	$10 k_1 k_2 t^{1/3}$	$Jcm^{-2}sr^{-1}$	integrated radiance
	>1.0×10^{1} to 1.0×10^{4}	$20 k_1 k_2$	$Jcm^{-2}sr^{-1}$	integrated radiance
	>1.0×10^{4}	$2.0 \times 10^{-3} k_1 k_2$	$Wcm^{-2}sr^{-1}$	radiance
>1400 but ≤2500	>1.0×10^{-9} to 1.0×10^{-7}	$7.9 \times 10^{-5} k_1 k_2$	J	radiant energy
	>1.0×10^{-7} to 1.0×10^{1}	$4.4 \times 10^{-3} k_1 k_2 t^{1/4}$	J	radiant energy
	>1.0×10^{1}	$7.9 \times 10^{-4} k_1 k_2$	W	radiant power
>2500 but ≤1.0×10^{6}	>1.0×10^{-9} to 1.0×10^{-7}	$1.0 \times 10^{-2} k_1 k_2$	Jcm^{-2}	radiant exposure
	>1.0×10^{-7} to 1.0×10^{1}	$5.6 \times 10^{-1} k_1 k_2 t^{1/4}$	Jcm^{-2}	radiant exposure
	>1.0×10^{1}	$1.0 \times 10^{-1} k_1 k_2 t$	Jcm^{-2}	radiant exposure

Measurement conditions for classification (1040.10(e))

- Radiant power and radiant energy
- Irradiance and radiant exposure
- Radiance and (time) integrated radiance
- Measurement aperture diameters.

Performance requirements (1040.10(f))

Note – Performance requirements are not engineering specifications

Performance requirements include

- Protective housing (1)
- Safety interlocks (2)
- Remote interlock connector (3)
- Key control (4)
- Laser radiation emission indicator (5)
- Beam attenuator (6)
- Location of controls (7)
- Viewing optics and viewports (8)
- Scanning safeguard (9)
- Manual reset (10)

Labeling (1040.10(g))

- Warning logotype labels
- Protective housing labels
- Aperture labels
- Warning for invisible wavelengths

Informational requirements (1040.10(h))

- User instructions
- Brochures and catalogs
- Service instructions

Modifications (1040.10(i))

This section applies to companies that buy certified laser products and modify them for resale. If the modifications affect any aspect of compliance with the standard, the products must be recertified and re-reported. The modifying company is considered to be a manufacturer.

Additional requirements for specific purpose laser products (1040.11)

- Medical laser products (1040.11(a))
- Leveling, leveling and alignment laser products (1040.11(b))
- Demonstration laser products (1040.11(c))
  - Variances for laser light shows and projectors

Laser Notices – some important notices

- Exemptions from reporting
- Laser Notice 50

Laser Notice 50

- Deviations that are allowed
- Deviations that are not allowed
- Special certification

Variances

- Criteria for variances
- Contents of variance requests
- Timeframes for variance review

Reports and notifications

- Product reports
  - Contents
  - Electronic or paper submittals
- Supplemental reports
- Annual reports
- Accidental radiation occurrence reports
- Notifications of noncompliance or radiation defect

Recalls and corrective actions

- Notification of purchasers
- Corrective action plan
- Exemption from notification and corrective action

Additional requirements for medical device laser products

- Premarket notification (510k)
- Premarket approval
- Annual registration and listing

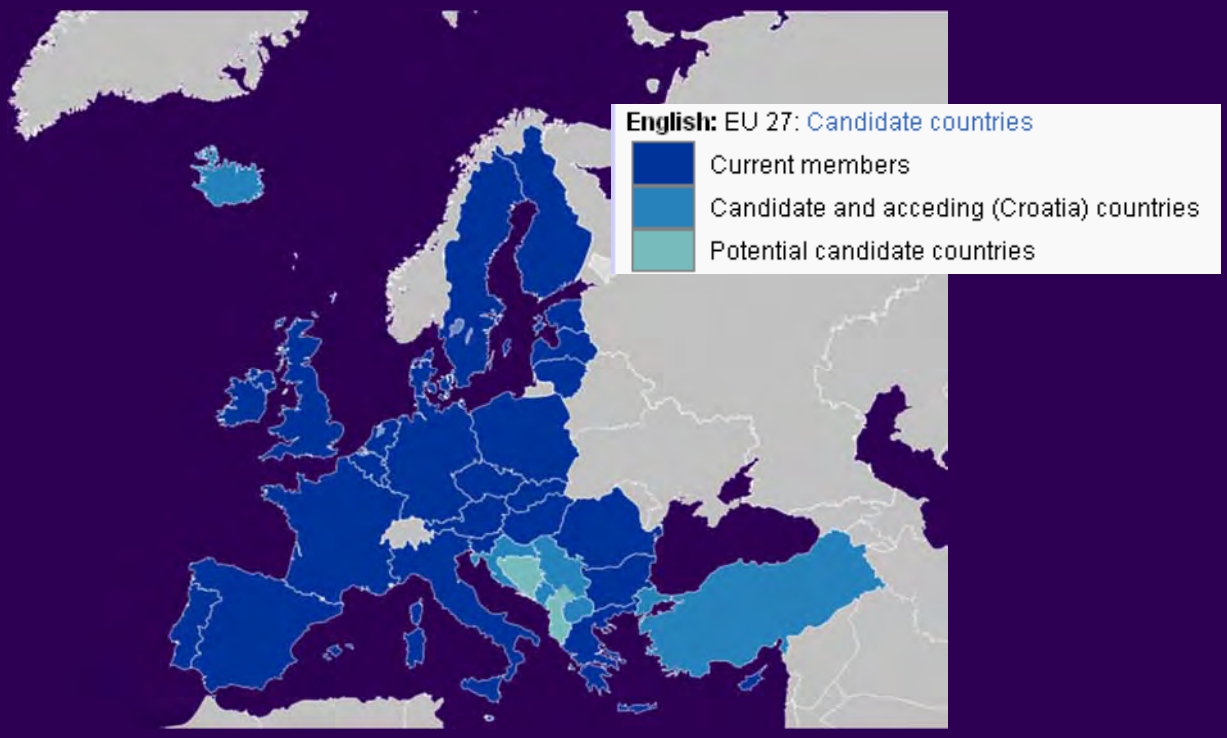
European Laser Safety Legislation and Standards

Dr John O'Hagan
Chairman, BSI EPL/76
Convenor, IEC TC76 WG8
Director, CIE Division 6
Group Leader, Laser and Optical Radiation Dosimetry Group, HPA

Japanese Laser Safety Symposium
Tokyo, 1 February 2013

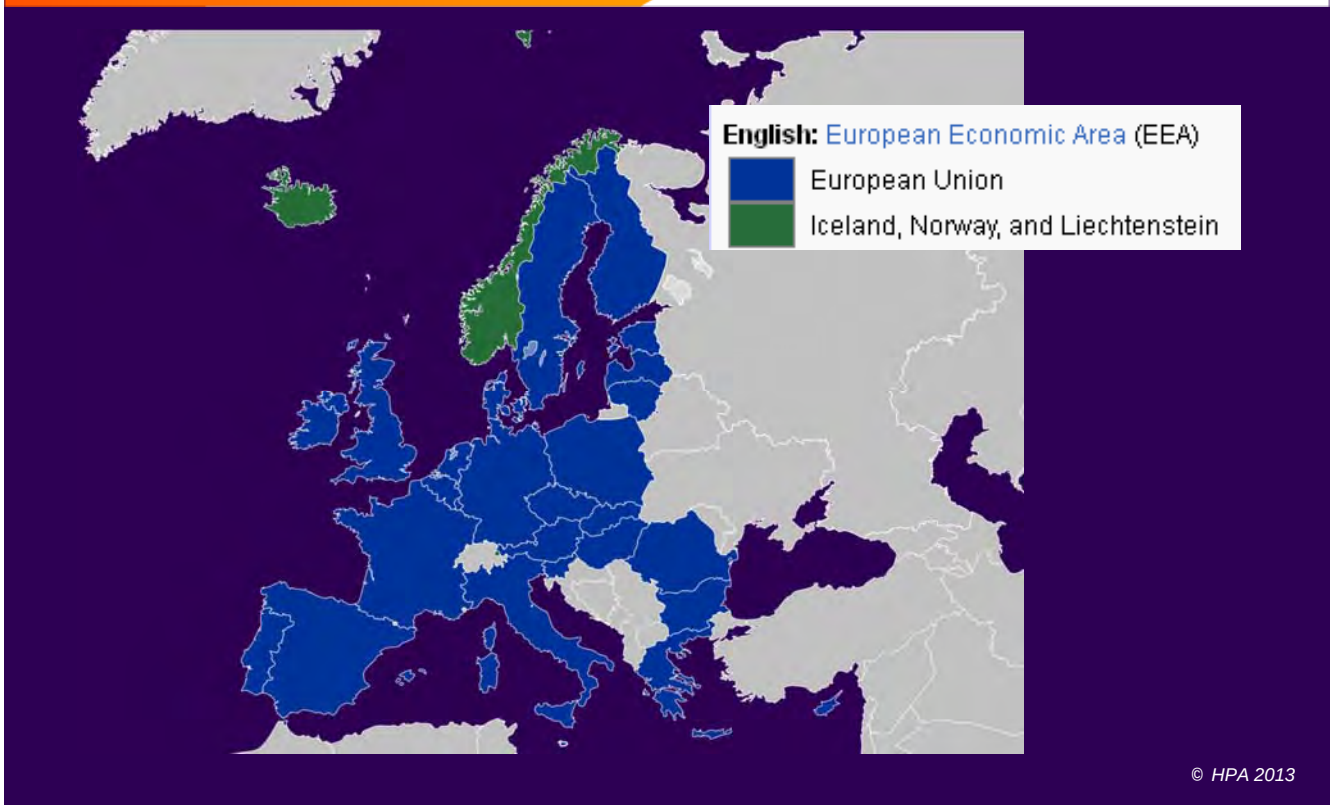
Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards

Europe – European Union



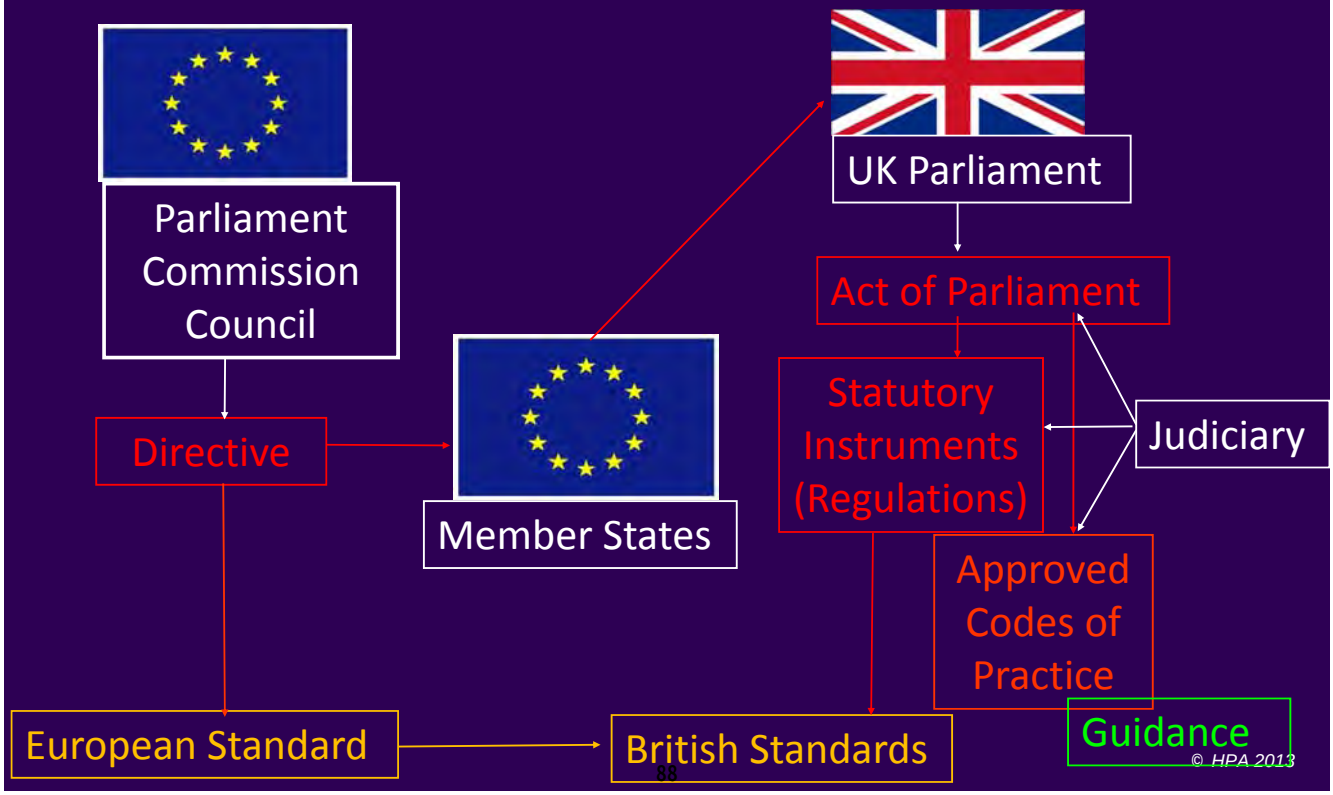
© HPA 2013

Europe – European Economic Area (EEA)



© HPA 2013

Process of regulation



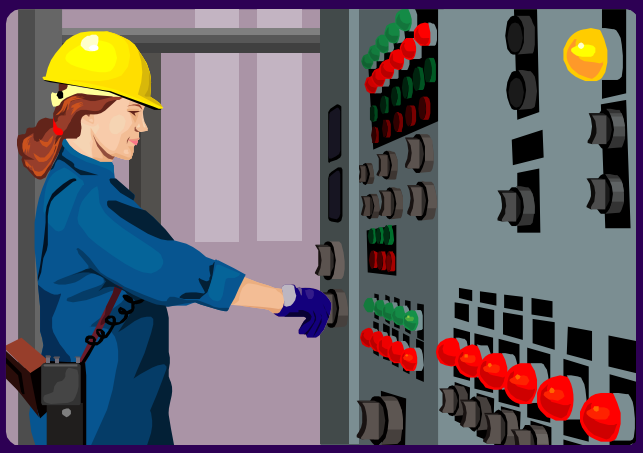
© HPA 2013

European Legislation - Objective

Products

Same “standard”

Workplace



Minimum “standard”

© HPA 2013

Products

The common market:

- created by the Treaty of Rome in 1958
- intended to eliminate trade barriers between Member States with the aim of increasing economic prosperity and contributing to ‘an ever closer union among the peoples of Europe’.

The Single European Act of 1986 included the objective of the internal market in the EEC Treaty, defining it as ‘an area without internal frontiers in which the free movement of goods, persons, services and capital is ensured’.

© HPA 2013

Product Directives – relevant to laser products

Machinery Directive

- Laser machines

Low Voltage Directive

- Non-battery-powered laser equipment

Radio and Telecommunications Terminal Equipment Directive

- Laser communication systems

Electromagnetic Compatibility Directive

Medical Devices Directive

Personal Protective Equipment Directive

- Laser Personal Protective Eyewear

General Product Safety Directive

© HPA 2013

Harmonised Standards

Specific product standards

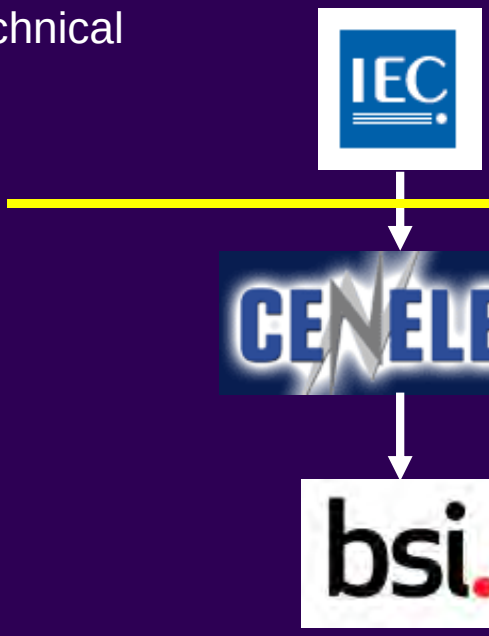
- Listed in the Official Journal (OJ) of the European Union
  - For each specific Directive
- Should be listed in the Declaration of Conformity for CE marking

- Shows that product was assessed before being placed on the market and that it meets EU safety, health and environmental protection requirements.

© HPA 2013

Standards' Process

Electrotechnical Devices



International

European

National, e.g. UK

© HPA 2013

Parallel Voting

Committee Draft for Voting (CDV)

Final Draft International Standard (FDIS)

e.g., IEC 60825-1 and EN 60825-1 vote at the same time

Once an EN is agreed, all Member States have to adopt it as a National Standard, e.g. BS EN 60825-1

© HPA 2013

Standards' Process

Non-Electrotechnical Devices

© HPA 2013

Harmonised Standards CENELEC

EN 60825-1:2007 – main laser safety standard

EN 60825-2:2004/A1:2007 (until Dec 2013)
and EN 60825-2:2004/A2:2010 – fibre communications

EN 60825-4:2006/A2:2011 – laser guards

EN 60825-12:2004 – free-space communications

© HPA 2013

Harmonised Standards CEN

EN 12198-1:2000+A1:2008

- Safety of machinery - Assessment and reduction of risks arising from radiation emitted by machinery - Part 1: General principles

EN 12198-2:2002+A1:2008

- Part 2: Radiation emission measurement procedure

EN 12198-3:2002+A1:2008

- Part 3: Reduction of radiation by attenuation or screening

Refer to EN 60825 series, where appropriate

© HPA 2013

Harmonised Standards CEN

EN ISO 11145:2008

- Lasers and laser-related equipment – vocabulary and symbols

EN ISO 11252:2008

- Lasers and laser-related equipment – documentation

EN ISO 11553:2008

- Laser processing machines
  - Part 1 – General safety requirements
  - Part 2 – Hand-held laser processing devices

© HPA 2013

Harmonised Standards
CEN

EN ISO 11554:2008

- Lasers and laser-related equipment – measurement test methods

EN 12254:1998 + A2:2008

- Screens for laser working places – safety requirements and testing

© HPA 2013

Harmonised Standards
CEN and CENELEC

Medical Devices:

EN 60601-2-22:1996 – Medical laser standard

EN ISO 11810:2009

- Resistance of surgical drapes
  - Part 1 – Primary ignition and penetration
  - Part 2 – Secondary ignition

EN ISO 11990:2003

- Laser resistance of tracheal tube shafts.

EN ISO 14408:2009

- Marking of tracheal tubes

© HPA 2013

Harmonised Standards
CEN

EN 207:2009

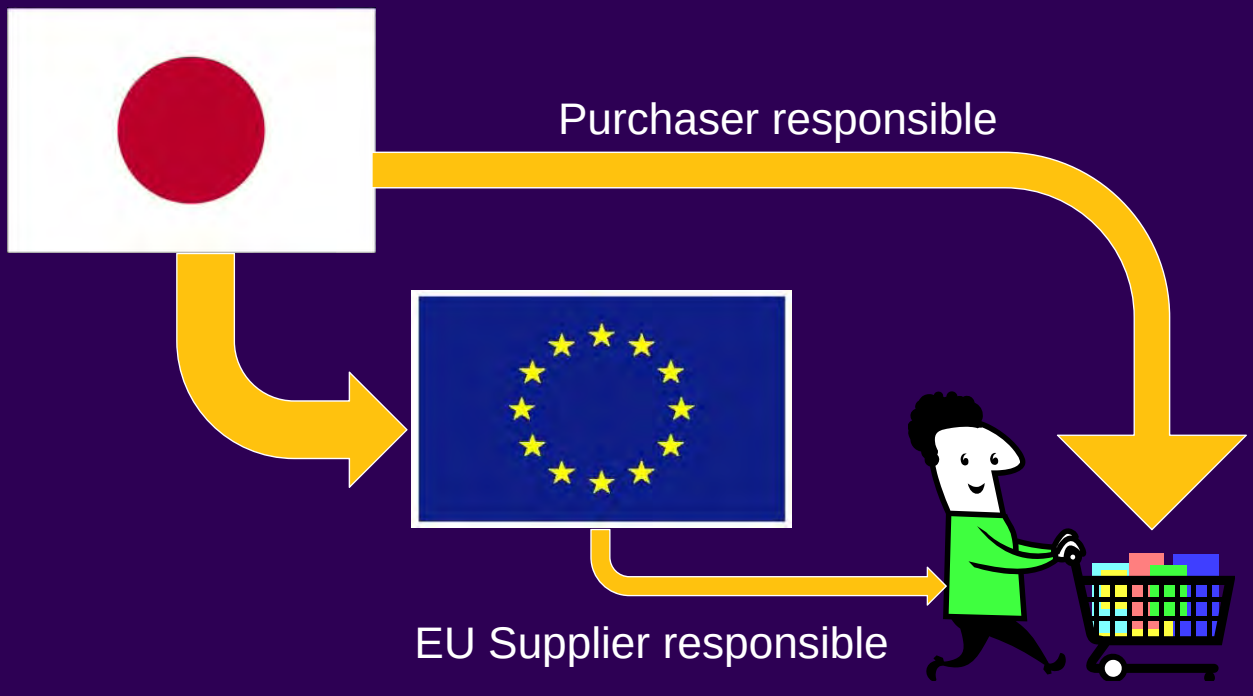
- Personal eye-protection equipment - Filters and eye-protectors against laser radiation (laser eye-protectors)

EN 208:2009

- Personal eye-protection - Eye-protectors for adjustment work on lasers and laser systems (laser adjustment eye-protectors)

© HPA 2013

Importing Goods
CE compliance



© HPA 2013

Consumer Products

"1 W"
Blue beam

© HPA 2013

Consumer Products

DRAFT

COMMISSION DECISION

of XXX

on the safety requirements to be met by European standards for consumer laser products pursuant to Directive 2001/95/EC of the European Parliament and of the Council on general product safety

Laser Products - Safe to eyes and skin
Child appealing – Under any conditions

© HPA 2013

Workplace Directives – relevant to laser work

Framework Directive
- Risk assessment

Use of Work Equipment Directive

Safety and/or Health Signs Directive

Use of Personal Protective Equipment Directive

Workplace Requirements Directive

Artificial Optical Radiation Directive

Set minimum standards

© HPA 2013

Artificial Optical Radiation Directive

Directive 2006/25/EC of the European Parliament and of the Council

L 114/38 EN Official Journal of the European Union 27.4.2006

DIRECTIVE 2006/25/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL

of 5 April 2006

on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation) (19th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC)

Considered an amendment to the 1993 proposal

Had to be implemented as National law by April 2010

© HPA 2013

Artificial Optical Radiation Directive

Relevance to product manufacturers?

Employers need information

- Laser product classification
- Likely worker exposures – compare with limits

© HPA 2013

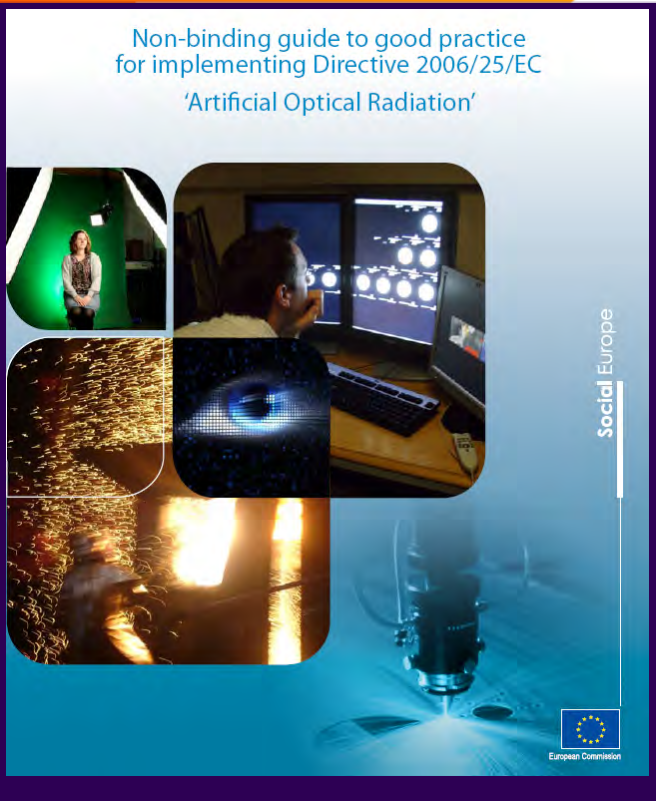
Artificial Optical Radiation Directive

Sources of exposure:

- Trivial
  - No further action
- Dangerous
  - Usually obvious what needs to be done
- Do not know
  - Needs an assessment
  - Data from manufacturer or supplier

© HPA 2013

Non-Binding Guide to AORD



Now available as a CD in all languages of the European Commission

© HPA 2013

Thank you for listening

John.ohagan@hpa.org.uk

(from 1 April 2013 – john.ohagan@phe.gov.uk)

Public Health England

© HPA 2013

光産業技術国際標準化シンポジウム「レーザ機器の安全・安心」

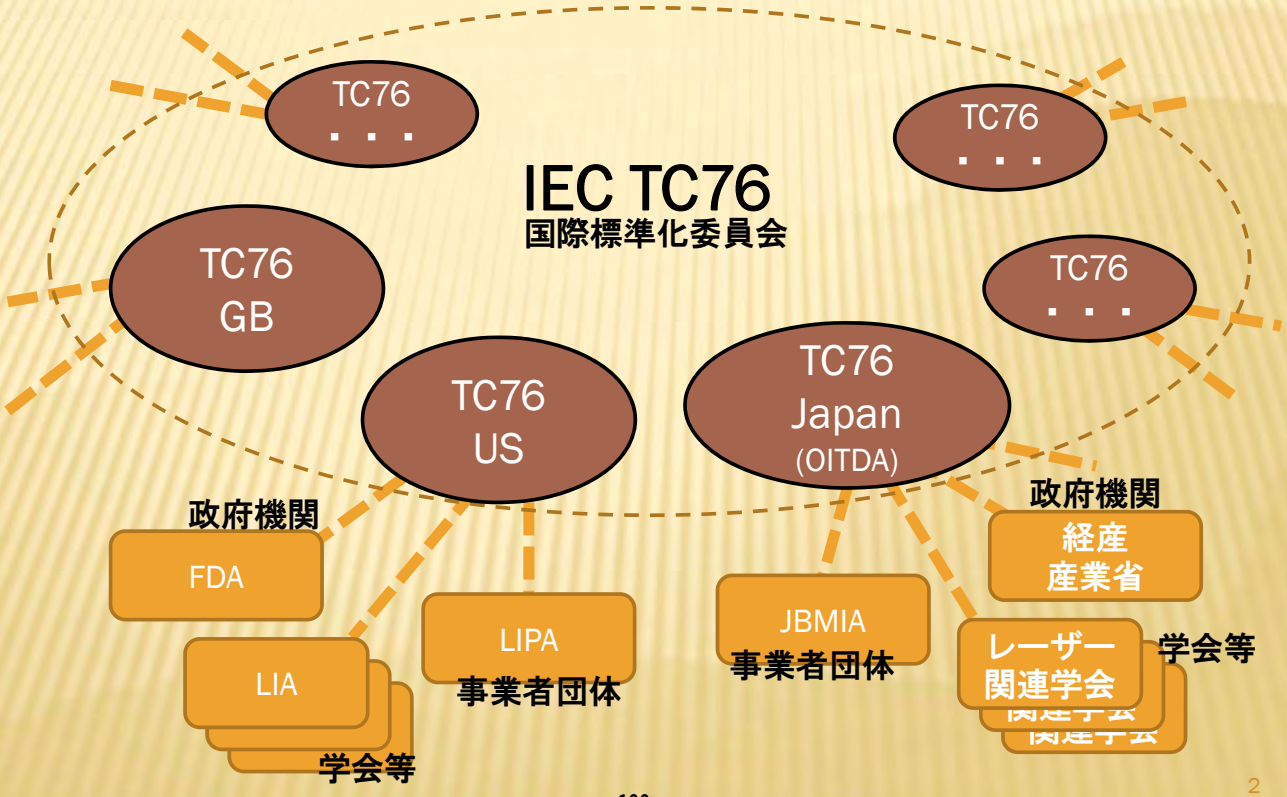
2013年　2月1日

ソニー株式会社
プロフェッショナル・ソリューション事業本部
ビジュアルプレゼンテーション・ソリューション事業部
三橋　正示

照射型プロジェクタ光源のレーザ化と安全規格

1

自己紹介



2

本日のスコープ

- 「照射型プロジェクタ」
  - 光源が「面状」であり、「ビームスキャン」ではない
  - 即ち、網膜上での集光度は一般ランプもレーザランプも同様

↓

- 業界の声
  - 「光源をレーザ化した場合でも、照射型プロジェクタではその安全性に関して、既存のランプと同等に扱えるのではないか」

↓

- 国際規格の対応が始まりつつある

業界や標準化委員会での動向をご紹介

AGENDA

1. レーザ化の効能と業界動向
2. レーザ安全国際標準規格①　基本
3. レーザ安全国際標準規格②　運用例
4. 規制緩和動向①　運用緩和活動
5. 規制緩和動向②　国際標準規格改訂案
6. 市場インパクト
7. 補足資料
8. Q&A

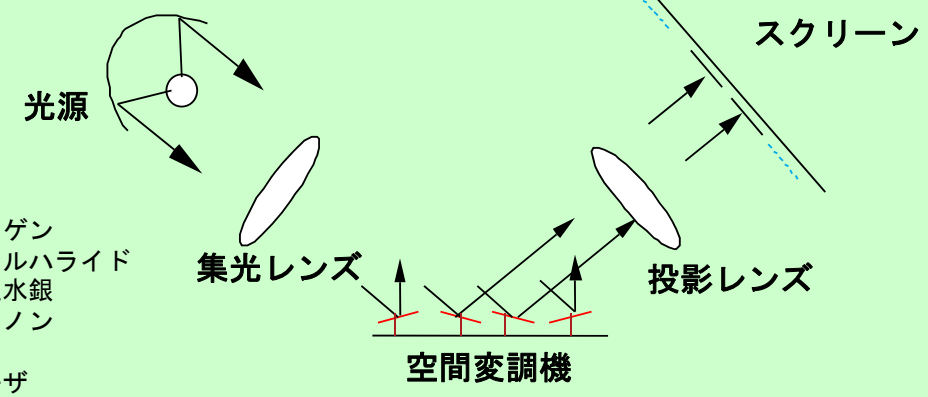
AGENDA

1. レーザ化の効能と業界動向
2. レーザ安全国際標準規格①　基本
3. レーザ安全国際標準規格②　運用例
4. 規制緩和動向①　運用緩和活動
5. 規制緩和動向②　国際標準規格改訂案
6. 市場インパクト
7. 補足資料
8. Q&A

1. レーザ化の効能と業界動向

照射型プロジェクタ　基本原理

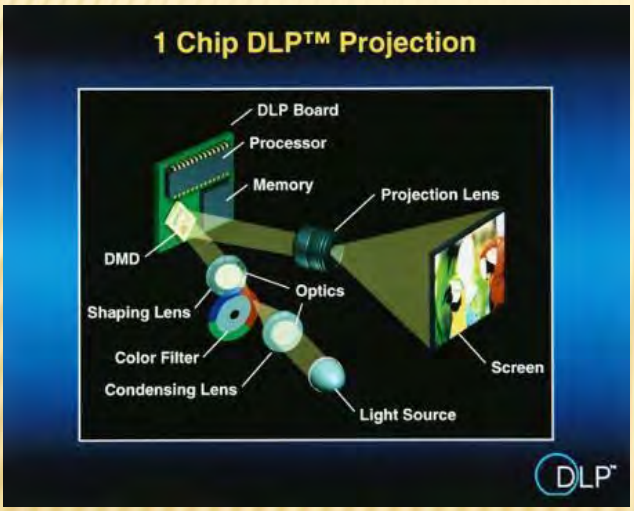
光源からの光を
空間変調機に集光し
場所により方向や偏光を変化させ、
その違いにより光の強度を決定し、
スクリーンに結像させる。



DMD：微少ミラーで光の進行方向を変える（点、線、面）
液晶：画素ごとの液晶の向きで光の強度を変える（面）
GLV (Grating Light Valve)
AOM(音響光学素子)

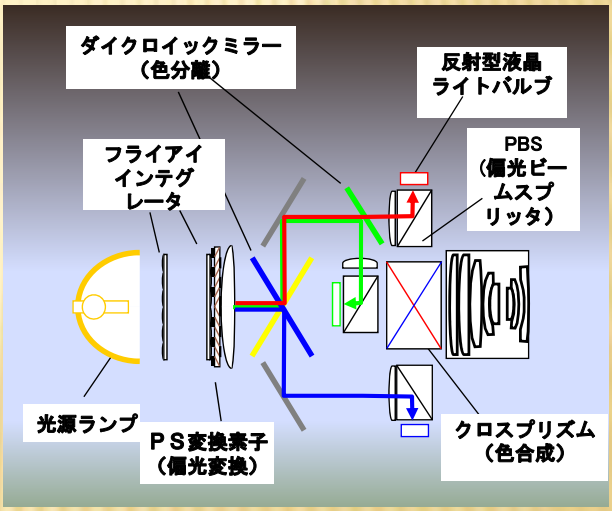
代表的照射型プロジェクタの構成

DLP(Digital Light Processing)単板システム例



TI社　HPより

反射型液晶ライトバルブを使った構成例



照射型プロジェクタ光源の多様化

ハロゲンランプ
メタルハライドランプ

超高圧水銀ランプ

キセノンランプ

RGB LED

ハイパワー

長寿命

ハイパワー
高機能付加

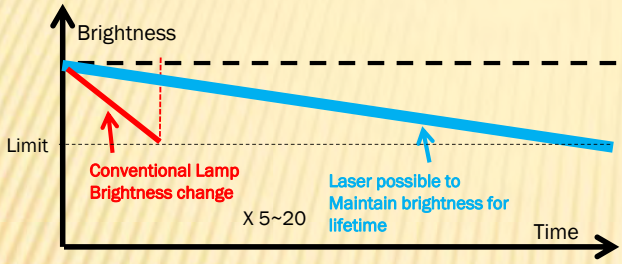
レーザ＆蛍光体
レーザ＆LED
RGBレーザ

プロジェクタ光源をレーザ化する効能

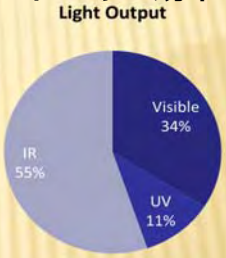
- ランプ長寿命化（ランプコスト、メンテナンスコスト）
- 省エネ（ランプ駆動、冷却）
- 環境物質対策
- 大パワー化
- 小型化
- 高画質・高コントラスト

レーザ化の効能

寿命　一般ランプvsレーザ

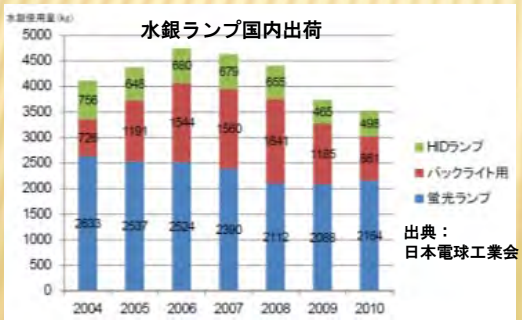


エネルギー効率

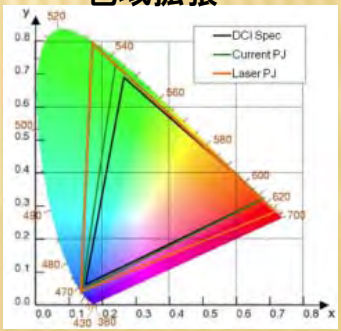


Xenon Lamp Characteristics
=2/3 of light output is not visible

環境フレンドリー



色域拡張

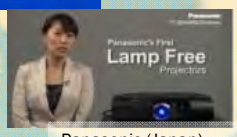


1. レーザ化の効能と業界動向

すでに始まっている市場導入

民生市場

Casio (Japan)
Business Projector



Panasonic (Japan)
Business Projector

BenQ （台湾）

映画市場
（デモ）

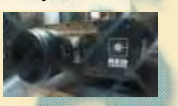
KODAK (US)
Cinema
Projector

BARCO(Belgium)
Cinema Projector
"Laser is going to help us make our customers more profitable and give them choices in content."

SONY (Japan)
Cinema Projector

Christie (Canada)
Cinema Projector
"Laser-projection Begins New Era With Full-Length Film Showing"

Red (US)
Cinema Projector



出典：各社HPより

AGENDA

1. レーザ化の効能と業界動向
2. **レーザ安全国際標準規格①　基本**
3. レーザ安全国際標準規格②　運用例
4. 規制緩和動向①　運用緩和活動
5. 規制緩和動向②　国際標準規格改訂案
6. 市場インパクト
7. 補足資料
8. Q&A

レーザ安全規格による規制

- 基本：データ/ビデオプロジェクタはIEC 60950（情報処理機器の安全性に関する国際規格）に準拠
- IEC60950-1:2005
  - 4.3.13.5 レーザ（LEDを含む）
  - 『次で許容されている場合を除いて、機器は適宜、IEC 60825-1, IEC 60825-2 及びIEC 60825-12に従って分類し、ラベルを貼り付ける。
  - 本質的にクラス１レーザ製品である機器、すなわち、より高次のクラス番号をもつレーザまたは発光ダイオード（LED）を含まない機器には、レーザ警告ラベル又はその他のレーザ表示文を付ける必要はない。
  - レーザ又はLEDコンポーネントのデータは、適用する上記の例外についてIEC 60825-1に従って測定するとき、これらのコンポーネントが、クラス１のアクセス可能線量限度に適合していることを確認しなければならない。データは、コンポーネント製造業者から入手することができ（1.4.15参照）、コンポーネント単独でも、機器で予定される用途のコンポーネントにも関連付けることができる。レーザ又はLEDは、波長が180nmから1mmまでの放射線を発しなければならない。』

IEC 60825 : JIS C6802（レーザ製品の安全基準）

- レーザ機器使用者の安全を担保するための各種ルールを策定
  - 機器の安全性評価
    - 測定方法定義
    - クラス分け（現在7段階　次verでは8段階の予定）
  - 製造者要求事項
    - クラスに応じた安全装備（参照：補足資料）
    - クラスに応じたラベル貼付
    - ユーザー情報提供
  - ユーザガイドライン
    - 安全管理者による運用
    - 第3者を保護するための環境
    - 保護具（安全眼鏡など）

- 各クラスの「障害（目＆皮膚）危険性」をアナログ表現・デジタル区分け
- 民生用/業務用の区分けを規定してはいないが、「クラス3B,4は民生用に好ましくない」と表現
- オーナー委員会：IEC TC76
- 現在第2版（2007）　2013年秋以降第3版発行予定
- 現行JIS閲覧：日本工業標準調査会のホームページ(http://www.jisc.go.jp/)

レーザプロジェクタに関連する規制

- プロジェクタ製造事業者の守るべきこと
  - 照射光測定によるクラス分け
  - クラスに応じた安全装備（パネル安全装置など）
  - クラスに応じたラベル貼付
  - ユーザへのレーザ情報（クラス、波長など）提供

- 市場の規制（影響大：一般ランププロジェクタにはないもしくは厳しめな規制）
  - 民生向けプロジェクタ：クラス規制のある国が多い（多くはクラス２以下）
  - 映画など興行用プロジェクタ：IEC/TR 60825-3 Laser Light Show：クラス3B, クラス4プロジェクション機器を用いた興業時の運用ルール：かつてレーザビームショーでの事故から作られたガイドラインだが、照射型レーザランプから見ると運用上の大きな規制
    - 照射光は床から3m以上/安全運転管理者の設置/鍵による装置管理/　など
    - 米国では連邦法で同等の規制(ANSI Z136.1)が採用されている

なぜ規制緩和が求められるのか

レーザ光源のプロジェクタを現在の安全規格で評価した場合

- 業務用ビジネスプロジェクタ例
  - 照度：5000 lm　⇒16.7W　（1W=300lmと仮定）
  - 画角：光源瞳から距離100mm で3cm X 4cmに照射　（ズーム：テレ端条件）

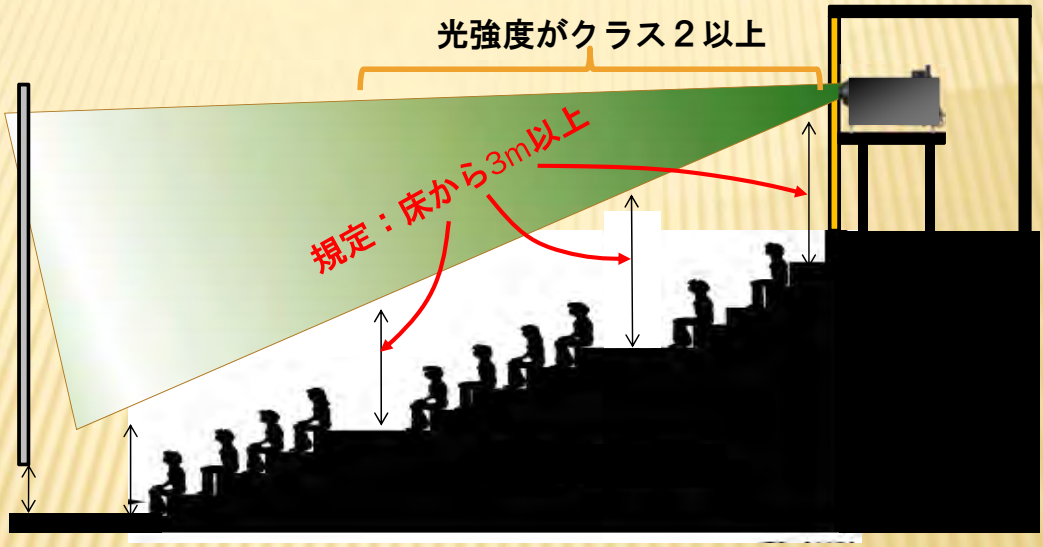
⇒現在のレーザ安全規格でクラス判定すると・・・
  - 「直径7mm」の開口部に照射するパワー＝0.54W

⇒「クラス4」

＊民生市場への出荷は困難

- 一方で、既存ランプ製品は市場にある
  - 光源輝度は、同等（瞳の面積は同等）

2. レーザ安全国際標準規格①　基本
映画館にレーザプロジェクタを導入する際のユーザ空間規定と、現実の映画館におけるスペース



- 国際標準：クラス3B以上のレーザショーでは、クラス2以上のエリアで、床から光路下端まで3m以上あること　⇒設置できる映画館が極めて限定される

AGENDA

1. レーザ化の効能と業界動向
2. レーザ安全国際標準規格①　基本
3. レーザ安全国際標準規格②　運用例
4. 規制緩和動向①　運用緩和活動
5. 規制緩和動向②　国際標準規格改訂
6. 市場インパクト
7. 補足資料
8. Q&A

3. レーザ安全国際標準規格②　運用

日米欧での運用

国際規格　**レーザ安規：IEC 60825**

各国の運用

各地域における安全規定	米国	欧州	日本
	基本：ANSI Z 136.1 IEC規定とほぼ同様	基本：IEC 60825 / EN 60825	基本：JIS C 6802 （IEC 60825-1準拠）
実際の運用・管理	◆連邦法(21 CFR 1040.11)でANSIに準拠することを規定 ◆全てのレーザ機器の輸入・販売に際して政府へ事前届出（FDA） ・個々の製品の安全対策が十分かどうかを、書類判定⇒市場でのランダム調査あり ・販売数量の報告義務あり	◆基本は国ごと ◆欧州共通　ユーロノルム（EN：指令）に準拠 ◆レーザ安全については、欧州標準機関（CENEREC）がIEC準拠の「EN 60825-1」を採用 ◆EU共通の民生機器の制約要求（LVD,[定電圧指令], GPSD[一般機器安全指令]）	◆製造販売者に対する包括的法令は特にない ◆ただし、経済産業省消費生活用製品安全法施行令として、「携帯用レーザ応用装置」は所定の対策が施された物のみクラス2までOKと規定 ◆「レーザ光線による障害の防止について」（厚生労働省基発第0325002号）で雇用主の管理義務を規定

19

3. レーザ安全国際標準規格②　運用

LASER LIGHT SHOW機器　米国への輸出・販売

low ⟷ high

IEC 60825 クラス分け

Class 1 | Class 2 | Class 3R | Class 3B | Class 4

Class 1M | Class 2M

レーザクラスとプロジェクタ照度の対応目安（注：描画方式・光学条件により大きく異なる）

20～4000lm　2000～7000lm　4000～20000lm　5000lm～

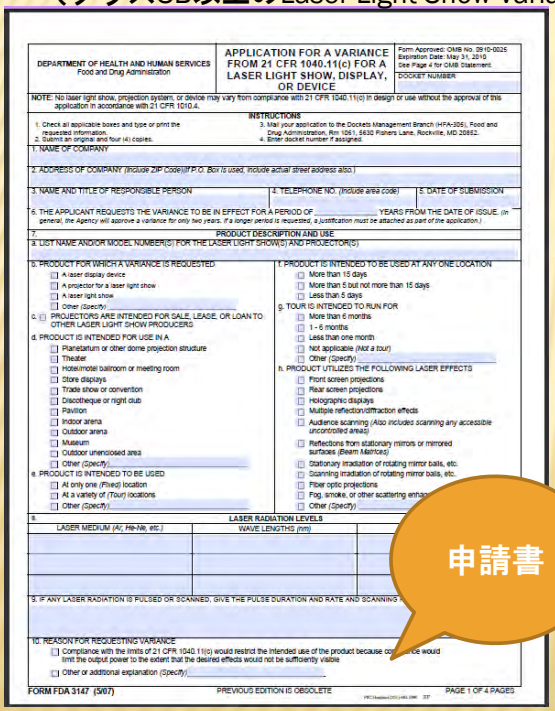
FDAへの申請

	クラス3R以下	クラス3B以上
製造者	一般レーザ機器の輸出申請	レーザ機器輸出特殊認可申請
興業者	不要	レーザショー特殊認可申請

20

米国での運用：FDA-CDRHが統括管理

FDA-CDRH申請書類例
（クラス3B以上のLaser Light Show Variance申請の場合、一般的に申請から認可まで2年程度）



DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES
Food and Drug Administration

APPLICATION FOR A VARIANCE FROM 21 CFR 1040.11(c) FOR A LASER LIGHT SHOW, DISPLAY, OR DEVICE

Form Approved: OMB No. 0910-0025
Expiration Date: May 31, 2010
See Page 4 for OMB Statement.

DOCKET NUMBER

NOTE: No laser light show, projection system, or device may vary from compliance with 21 CFR 1040.11(c) in design or use without the approval of this application in accordance with 21 CFR 1010.4.

INSTRUCTIONS

1. Check all applicable boxes and type or print the requested information.
2. Submit an original and four (4) copies.
3. Mail your application to the Dockets Management Branch (HFA-305), Food and Drug Administration, Rm 1061, 5630 Fishers Lane, Rockville, MD 20852.
4. Enter docket number if assigned.

1. NAME OF COMPANY

2. ADDRESS OF COMPANY (Include ZIP Code)(If P.O. Box is used, include actual street address also.)

3. NAME AND TITLE OF RESPONSIBLE PERSON

4. TELEPHONE NO. (Include area code)

5. DATE OF SUBMISSION

6. THE APPLICANT REQUESTS THE VARIANCE TO BE IN EFFECT FOR A PERIOD OF _____ YEARS FROM THE DATE OF ISSUE. (In general, the Agency will approve a variance for only two years. If a longer period is requested, a justification must be attached as part of the application.)

7. PRODUCT DESCRIPTION AND USE

a. LIST NAME AND/OR MODEL NUMBER(S) FOR THE LASER LIGHT SHOW(S) AND PROJECTOR(S)

b. PRODUCT FOR WHICH A VARIANCE IS REQUESTED
- A laser display device
- A projector for a laser light show
- A laser light show
- Other (Specify)

c. PROJECTORS ARE INTENDED FOR SALE, LEASE, OR LOAN TO OTHER LASER LIGHT SHOW PRODUCERS

d. PRODUCT IS INTENDED FOR USE IN A
- Planetarium or other dome projection structure
- Theater
- Hotel/motel ballroom or meeting room
- Store displays
- Trade show or convention
- Discotheque or night club
- Pavilion
- Indoor arena
- Outdoor arena
- Museum
- Outdoor unenclosed area
- Other (Specify)

e. PRODUCT IS INTENDED TO BE USED
- At only one (Fixed) location
- At a variety of (Tour) locations
- Other (Specify)

f. PRODUCT IS INTENDED TO BE USED AT ANY ONE LOCATION
- More than 15 days
- More than 5 but not more than 15 days
- Less than 5 days

g. TOUR IS INTENDED TO RUN FOR
- More than 6 months
- 1 - 6 months
- Less than one month
- Not applicable (Not a tour)
- Other (Specify)

h. PRODUCT UTILIZES THE FOLLOWING LASER EFFECTS
- Front screen projections
- Rear screen projections
- Holographic displays
- Multiple reflection/diffraction effects
- Audience scanning (Also includes scanning any accessible uncontrolled areas)
- Reflections from stationary mirrors or mirrored surfaces (Beam Matrices)
- Stationary irradiation of rotating mirror balls, etc.
- Scanning irradiation of rotating mirror balls, etc.
- Fiber optic projections
- Fog, smoke, or other scattering enhancement
- Other (Specify)

8. LASER RADIATION LEVELS

LASER MEDIUM (Ar, He-Ne, etc.)	WAVE LENGTHS (nm)	

9. IF ANY LASER RADIATION IS PULSED OR SCANNED, GIVE THE PULSE DURATION AND RATE AND SCANNING

10. REASON FOR REQUESTING VARIANCE
- Compliance with the limits of 21 CFR 1040.11(c) would restrict the intended use of the product because compliance would limit the output power to the extent that the desired effects would not be sufficiently visible
- Other or additional explanation (Specify)

FORM FDA 3147 (5/07)　PREVIOUS EDITION IS OBSOLETE　PAGE 1 OF 4 PAGES

申請書

Model: AAA-1

Class calculation

クラス計算
（認定機関の測定保証付き）

Product Report

製造者申請の場合

Service Manual

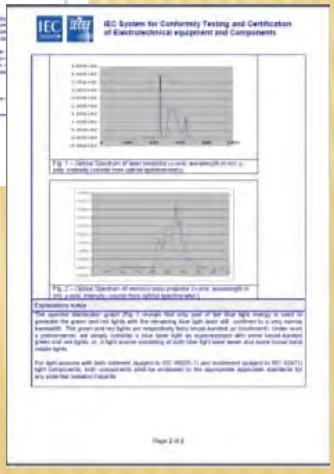
各種マニュアル

「レーザ直接光＋蛍光発光方式照射」の扱いについて

- 従来、レーザ直接光＋蛍光発光方式の扱いについて認証機関内で解釈が分かれていた
- 2012年9月　ETF11から統一見解を示すPDSH(CTL PROVISIONAL DECISION SHEET)が発行
- 『コヒーレント光は60825（レーザ）にて、非コヒーレント光は62471（一般ランプ光）にて評価のこと』
  - 注）記述内容に複数の解釈がありうるように読み取れるので、実際の評価の際には認証機関に確認が必要

IEC System for Conformity Testing and Certification of Electrotechnical equipment and Components

CTL PROVISIONAL DECISION SHEET (PDSH)



IEC System for Conformity Testing and Certification of Electrotechnical equipment and Components

AGENDA

1. レーザ化の効能と業界動向
2. レーザ安全国際標準規格①　基本
3. レーザ安全国際標準規格②　運用例
4. 規制緩和動向①　運用緩和活動
5. 規制緩和動向②　国際標準規格改訂案
6. 市場インパクト
7. 補足資料
8. Q&A

LIPA（照射型レーザプロジェクタ協議会）

- 設立：2011年5月 参照：http://www.lipainfo.org/home.html
- 設立目的：映画館用　大パワーレーザプロジェクタ（面放射タイプ　5000ルーメン以上）の安全規制運用緩和を訴える業界団体
  - 現在、「5000lm以上」という仕切りはなくなりつつある
- 背景：米国政府FDAの示唆あり　（運用緩和のためには、単独企業の要望では不可　広く業界団体（販売側、顧客側ともに）からの声が必要）
- メンバー：原則オープン：5000ルーメン以上の照射型レーザプロジェクション事業に携わる事業者/組織なら誰でもOK

- 目標
  - 直近：顧客の負担軽減＝映画館への導入が可能となる最低限の規制撤廃
  - 最終目標：LEDと同様に「レーザ安全規格適用外」とさせること
- 活動内容
  - １）米国FDAやIEC TC76へ技術説明＆規制緩和の妥当性アピール
  - ２）市場へのレーザ利点啓蒙による、ニーズ喚起
  - ３）（将来）ユーザ団体（映画館など）への安全教育/ガイドライン提供

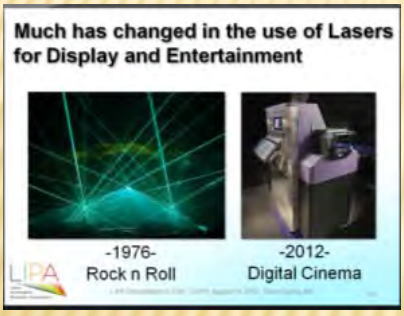
LIPA会員企業

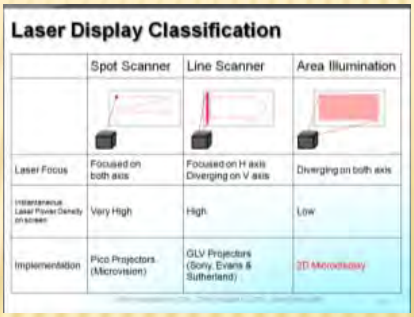
As of January 2013

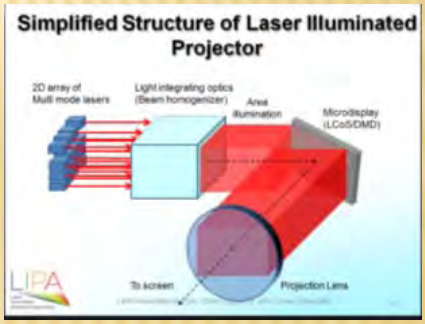
- Leader Level
  - BARCO, Christie, CQ LASER TECHNOLOGIES, DOLBY, IMAX, Laser Light Engine, NEC, NECSEL, Panasonic, PHOEBUS VISION, SINOLASER, SONY, TEXAS INSTRUMENTS, USHIO
- Participant Level
  - Disney, Mitsubishi Electric, Schneider
- Observer Level
  - JDSU, HARKNESS SCREENS, Nichia, Philips, projectiondesign, RealD

LIPA 規制緩和要請の根拠：放射光の共通性

- 現在の安全規格はビームショーでの事故をベースにした過剰な規制
- プロジェクタに装備された現状ランプ、レーザランプ双方の光源輝度を比較測定
- 光源が大面積（拡散光源）であれば、人の網膜上で微小な集光ができない⇒現状ランプ、レーザランプ間に熱障害上の差はない







- FDAに対して2010年8月から継続的交渉中
- IEC 60825-1　の改訂提案に影響

国内での業界活動例

- 消費生活用製品安全法　特定製品「携帯用レーザー応用装置」（2001年1月）の条件緩和
  - レーザ光を外部に照射して文字又は図形（点を含む）を表示することを目的として設計したもので、携帯用のもの（携帯用レーザ応用装置）が対象（モバイルプロジェクタ含む）
    - クラス１のみ/長さ8cm以上/電池のみ/自動継続放出禁止
  - 国内のプロジェクター関連企業や学会などから経済産業省に働きかけ⇒消安法の緩和へ（2010年12月改正省令）
    - クラス２許可（玩具以外など条件付き）
    - 電池以外の電源許可（電源の出力安定化回路など条件付き）
    - 放出状態維持機能の許可（故障時の自動遮断機能など条件付き）

国内での業界活動例

- 一般社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会（JBMIA）データプロジェクター部会プロジェクター新光源分科会：『自主ガイドルール』策定
  - レーザを光源とするプロジェクタの安全に関するガイドライン＜第1版＞ 2012/09/10
  - http://datapro.jbmia.or.jp/
  - 照射型レーザプロジェクタの照射光の性質について、一般光との同等性を説明
  - 現在の安全規格の解説
  - 特有のガイドライン（製造者要求事項）を策定：
    - カタログ、仕様書、外装箱、取扱説明書へレーザ製品を示す記載事項
    - 本体に貼付する「覗きこみ禁止マーク」
    - 分解時の安全指針　など

AGENDA

1. レーザ化の効能と業界動向
2. レーザ安全国際標準規格①　基本
3. レーザ安全国際標準規格②　運用例
4. 規制緩和動向①　運用緩和活動
5. **規制緩和動向②　国際標準規格改訂案**
6. 市場インパクト
7. 補足資料
8. Q&A

IEC 60825改訂案

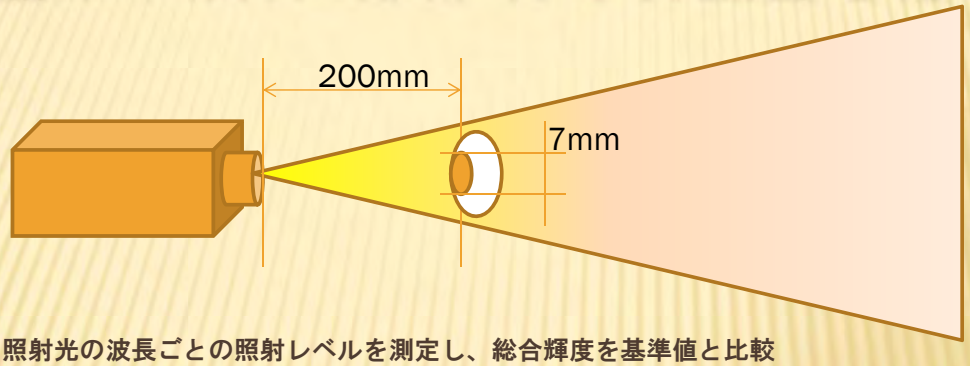
- 現在Ed2からEd3への改訂最終段階
- IEC 60825-1 Ed3では、「プロジェクタ用途の照射型レーザランプからの照射光」を「レーザ光」から除外する方向
  - 2011年から日米のTC76委員有志でプロモーション。2012年10月の国際会議で基本合意。
- 改訂案
  - 基本：拡散光源からの照射型の可視レーザ光の評価は、一般ランプ安全規格「IEC 62471」へ移行する
  - 対象：一定輝度以下の可視光（上限値は光源の大きさによって定まる）
  - 改訂規格発行時期：2013年秋以降
  - 条件：IEC 62471の中に、プロジェクション光に関する新規格を策定するその新規格にて一般ランプと同条件で安全のための要求事項が課せられる

IEC 60825改訂案

- 一般ランプと同等とみなされる条件
  - 可視光・拡散光源（視角1.5mrad以上　即ち0.3mm径以上）
  - 出射口から200mmで輝度測定し、最大パワーの最大出力を基準値と比較
  - 輝度基準値は　1M/α (W/m^2・sr)　　この時のα（光源直径視角）は距離200mmで測定
  - 輝度測定時の最小視角αは、5mrad<α<100mradを採用

- メンテナンス時やサービス時のように筐体を開放したときの内部の組み込みレーザに関しては、依然IEC 60825-1に従う
- 機器としては、依然レーザ機器であり、IEC 60825における「クラス１」とみなす　ただし、IEC 62471におけるリスクグループ分けに応じた要求事項（ラベル貼付など）を施すことが必須

移行先：IEC 62471 リスク判定とは



- 照射光の波長ごとの照射レベルを測定し、総合輝度を基準値と比較
- 可視光プロジェクターで通常最もクリティカルなのは、可視光による網膜熱障害

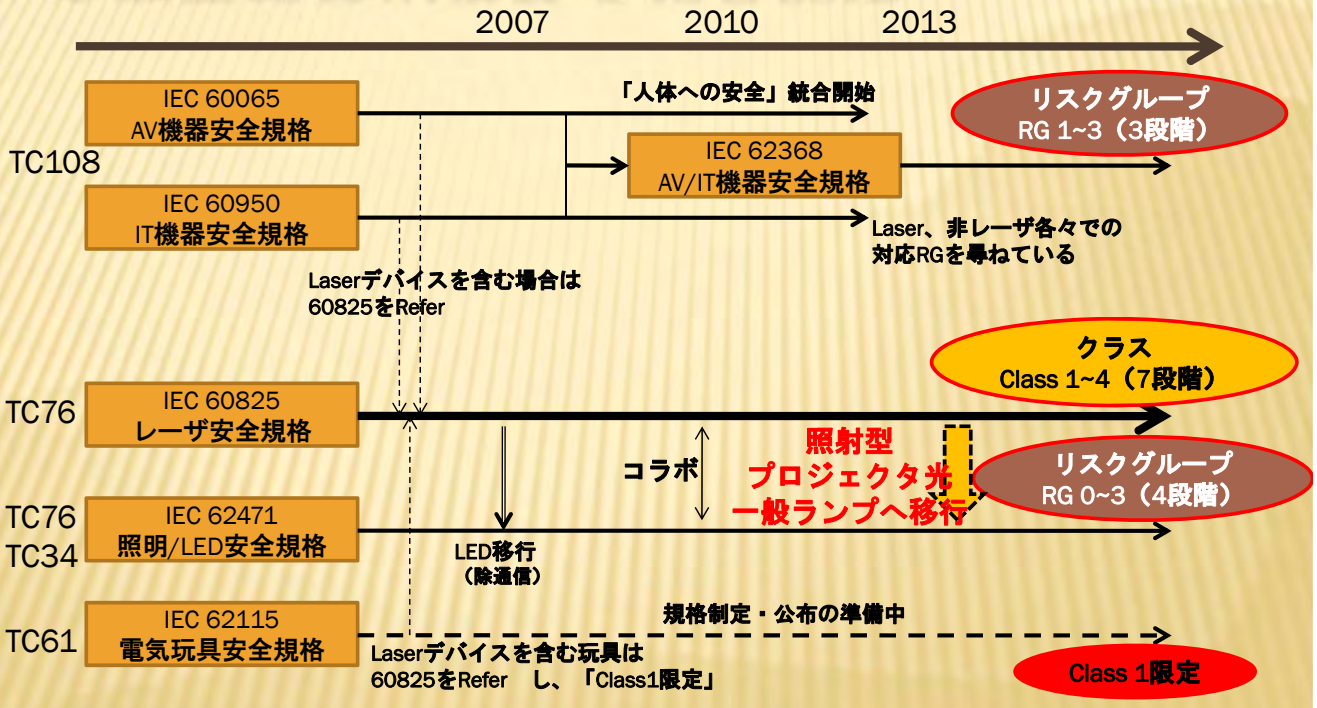
- 測定距離：通常人間が近づき得る最接近点として、「200mm」と規定
- 測定開口：人間の瞳径として、「直径7mmの円」と規定
- 機器の運転条件：通常の運転でありうる最大光量、照射面中の最大輝度位置

- 上記の条件で測定された輝度を、規格上の各Risk Groupにおける上限値と比較し、該当するRGを判定する
- RG2上限レベルを超える場合、その上限レベルまで輝度が下がる位置をHazard Distanceと定義する
- （判定方法については他にも算定方法あり）

そもそもIEC 62471 とは

- 正式にはIEC62471/CIE-S009E-2006
- JIS C7550 「ランプ及びランプシステムの光生物学的安全性」
- 人体への光放射に対するガイドライン
  - 目、皮膚に対する障害リスクを4段階にグループ分け
- IECとCIEの共通標準
- 元々の基準
  - 広帯域光放射のThreshold Limit Values (TLVs)
    - American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)
    - The International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)

各安全規格の推移と相互関係

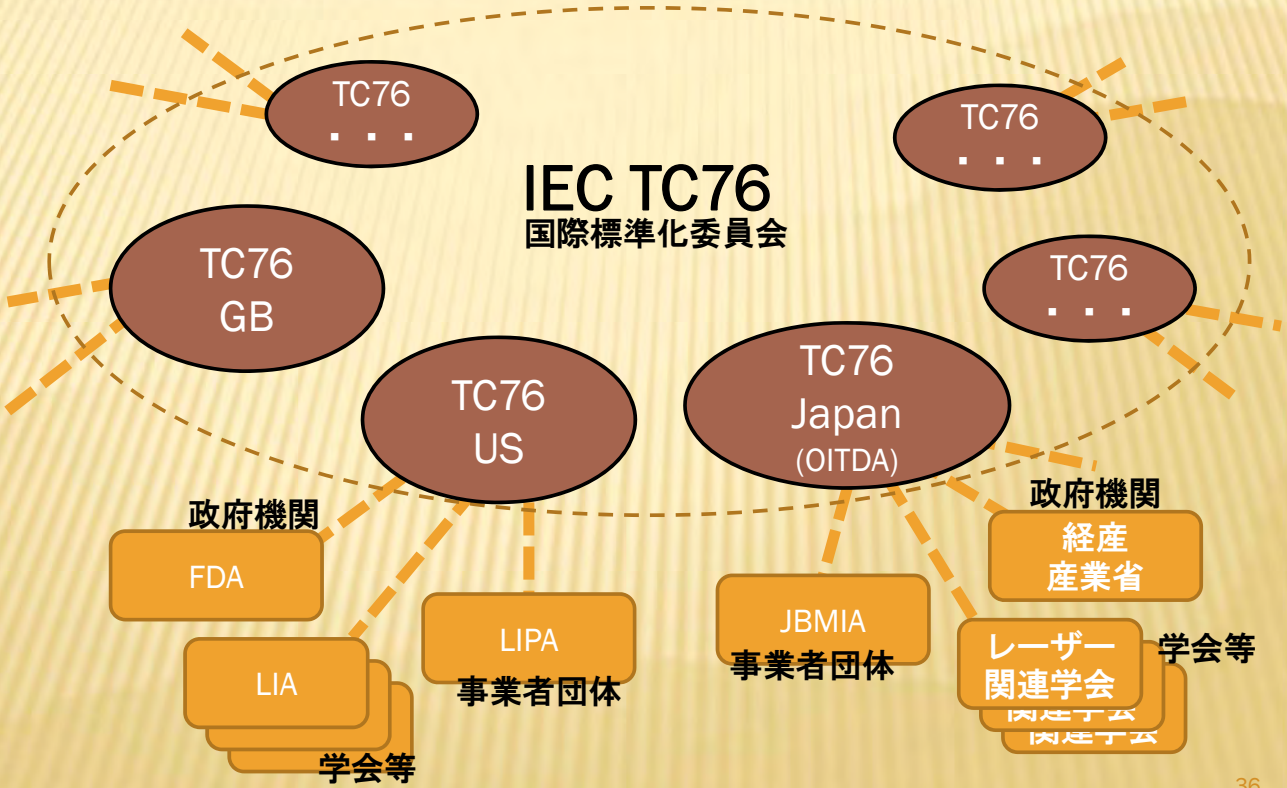


2013年秋以降発行予定の60825-1 ver3で「照射型プロジェクタ」は一般ランプ安全規格62471に移行予定

実市場への新規格の展開

- 2013年後半以降にIEC 60825-1 ver3発行
- ⇒IEC 60950からreferされたレーザプロジェクタの照射型投影光評価はIEC 62471により行われる
  - 注意：国際規格の変更であって、各国の運用対応はその後
- ⇒各国の法規上に徐々に反映（時間差あり）
  - 米国：FDAの運用改訂
  - 欧州：EN60825-1の改訂　および　各国の内規改訂
  - 日本：JIS C 6802の改訂

標準化・政府・業界コミュニケーション

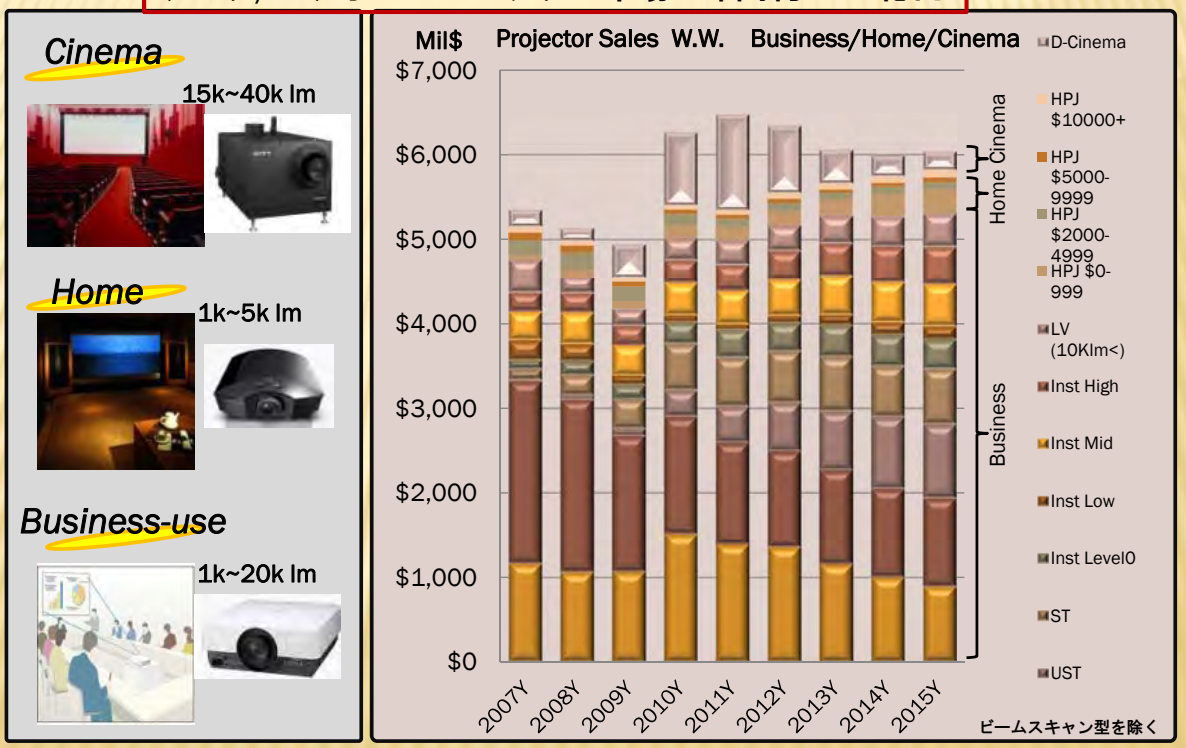


AGENDA

1. レーザ化の効能と業界動向
2. レーザ安全国際標準規格①　基本
3. レーザ安全国際標準規格②　運用例
4. 規制緩和動向①　運用緩和活動
5. 規制緩和動向②　国際標準規格改訂案
6. 市場インパクト
7. 補足資料
8. Q&A

プロジェクタ世界市場

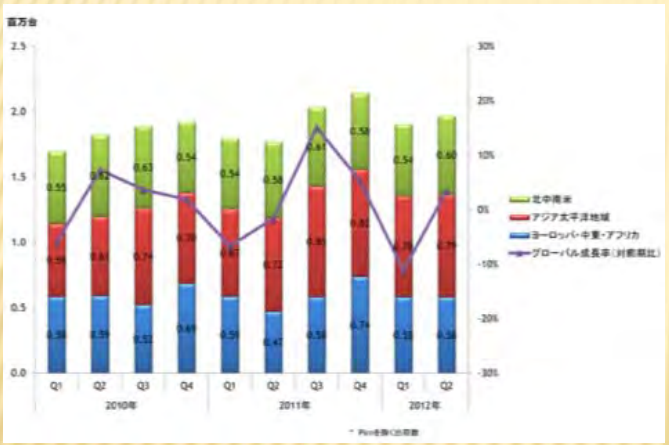
データ/ビデオプロジェクター市場：年間約5000億円



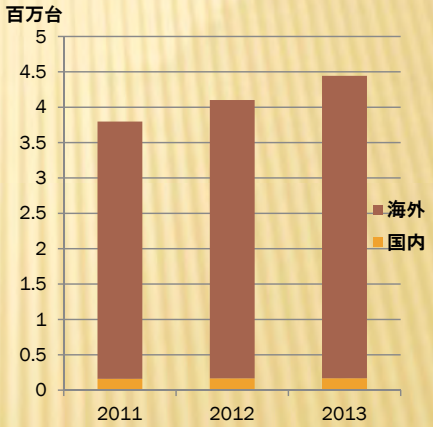
出典：PMA_2012Q4_Forecast by Pacific Media Associates　報告内容を引用編集

日本企業の位置

台数：年間約700万台



世界市場の半分強を日本企業が占めている



世界のプロジェクタ(～700万台）の
半分以上を日本メーカーが出荷

出典　JBMIA　出荷実績(2011)　出荷予測(2012,2013)

光源ランプの勢力図が変わるか

半導体レーザは日本が強い

- GaAs基板：住友電工と日立電線で世界シェア30%以上
- GaP基板：住友金属鉱山、信越半導体、昭和電工で世界市場独占
- InP基板：住友電工、日鉱マテリアルズ、昭和電工で70%以上
- GaN基板：日亜、豊田合成など

メーカー	GaAs	GaP	InP	GaN	その他
住友電気工業	○		○	○	
日立電線	○				
三菱化学	○				
同和鉱業	○				
日鉱マテリアルズ			○		CdTe
住友金属鉱山		○	○		
昭和電工		○	○		
信越半導体	○	○			SiC
日亜化学				○	
豊田合成				○	

出典　窒化物系化合物半導体に係る技術戦略マップ作成 に関する調査報告書

おわりに

レーザ機器の安全・安心に関する調査研究事業の最大の目的は、国内の専門家、使用者からなる標準化調査研究委員会を構築し標準化等の安全性審議を行う、国際標準化会議へ専門家を派遣して標準化のための意見交換・情報収集を行う、及びレーザ安全性シンポジウムを開催し安全性に対する注意を喚起するとともに安全な使用法の啓発を図ることにより、レーザの誤照射による事故の無い安全な社会環境の構築を目指すことである。

この報告書を、レーザ機器を使用する製造業者、研究者、医療従事者等のみならず、レーザに接する機会のあるすべてのユーザに対するレーザ安全性の維持・向上に役立てていただければ幸いである。

本年 3 月 18 日から 3 月 21 日にかけて米国フロリダ州オーランドで開催されたレーザ安全性国際会議（ILSC 2013: International Laser Safety Conference 2013）では、世界各国から約 200 名の専門家、レーザの製造者、ユーザ及び保護メガネ等レーザ用防護具関係者等が集い、レーザ安全に関する活発な研究報告及び実務事例報告などがなされた。米国、英国、オーストラリアからは、市販のレーザ・ポインタを調査したところ、ラベルにはクラス 2（可視光で最大出力 1 mW）と記載されていても、クラス 3R（可視光で最大出力 5 mW）を優に越える高出力な製品が広範に出回っており、問題であることが指摘された。また、産業用等で 10 kW をはるかに超える高出力レーザの使用が増えてきており、これらは従来のより低出力なクラス 4 レーザに比べると人体への誤照射ははるかに危険となるので、新たにクラス 5 とクラスを設けて、より厳重な安全管理を行うべきであるといった警鐘があった。

標準化及び普及・啓発には、活動を継続的に推進することが必要であり、今後とも本事業の推進が促進され、社会の「安全・安心」に貢献していけることが望まれる。

おわりに、本調査研究にご協力いただいた企業の関係各位、ご支援いただいた関係官庁等の各位に厚く感謝する。この 1 年間にわたり、レーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会の委員各位のご尽力にあわせて深謝する。

2013（平成 25）年 3 月

レーザ機器の安全・安心に関する調査研究委員会

委員長　鷲尾　邦彦

補助資料

A　シンポジウムのアンケート結果

標準化国際シンポジウムへの参加者にアンケート用紙を配付し、無記名にて、各講演及び全体を通じての意見・要望のアンケートをとり、29 名の参加者から回答を得た。記載いただいた内容を以下に列記する。

A.1　橋新裕一教授　日本のレーザ機器の安全・安心－現状と課題－

・大変良かった。
・分かり易かった。資料も見やすかった。
・大変詳しい話だった。ありがとうございます。
・分かり易い説明、解説でとても良かった。
・面白い内容で、説明も分かり易かった。
・資料の内容通りであったが、誰が聴いても分かるような素晴らしい発表だったと思う。
・安全について再認識した。
・安全に対する基本的な対応、あるべき姿についてよく分かった。
・安全に関する基本的なスタンスを再確認できた。
・具体的に分かり易い説明で JIS の位置づけがよく分かった。
・JIS 規格以外のレーザ安全に関する法例について知ることができて良かった。
・レーザ機器に対する安全規格にどのようなものがあるか知ることができて良かった。
・実際の現場作業でレーザーアライメントを行っており、本講演を聞いて、再度安全について見直す必要性を感じた。
・最新動向をもっと知りたい。
・速い、広い、浅い。

A.2　J. Dennis 氏　レーザ機器の米国への輸出時の留意点

・人選が良かったです。
・good
・非常にためになりました。
・貴重な意見が聞かれて良かった。
・丁寧に全体的に説明頂き、よく分かった。
・注意点などを具体的に説明してもらえて良かった。
・国際安全規格全体がよく分かった。
・FDA からの歴史が理解できた。

・FDA に関する知識が全くなかったので、大変勉強になった。これからも勉強してみようと考えている。
・米国への輸出の留意点がよく判った。
・レーザ製品の輸出に関する知識が増えて有益だった。
・米国におけるレーザ機器の取り扱いを知ることができて良かった。輸出時に注意点を知ることができた。
・貴重な話を聞くことができた。同時通訳はよく分からない所があった。
・実務上の課題によりフォーカスして欲しい。
・漠然としすぎていた。

A.3　J. O'Hagan 博士　レーザ安全に関する欧州の法律と規格

・人選が良かったです。
・good
・体系的に説明があり、非常に有益でした。
・概要から細かい話があって良かった。
・欧州における法律のくくりが分かりやすかった。
・あまり知る機会の少ない EU 方面の標準化動向、仕組みを理解でき、有意義でした。
・欧州の全体像がやや理解できた。
・欧州の複雑な事情が分かった。
・欧州特有の複雑さが理解できた。
・欧州の複雑な規制について理解できた。
・ヨーロッパの規制はよく分からないことが多くあったが、ひとつの糸口をつかむことができた。
・ヨーロッパの標準化の複雑さが理解できた。
・EU の Regulation がよく分かった。
・欧州でのレーザ安全に対する規格の枠組みを聞けて良かった。
・EN の厳しさを確認した。ヨーロッパへ輸出する際に参考にさせてもらった。
・製造者と販売者の責任区分の違いを詳しく知りたい。
・あまりにも概略すぎていた。

A.4　三橋正示氏　照射型プロジェクタ光源のレーザ化と安全規格

・大変良かったです。
・大変分かり易かった。
・大変分かり易かった。
・非常に分かり易かった。具体的で良い。
・非常に分かり易い資料、説明でした。
・分かり易い説明で良かった。
・全体的様子が理解できた。
・もっと時間があれば良いと思った。

・分かり易い興味を引くプレゼンテーション。概念から、さらに細かな点まで触れられていて、とても良かった。
・動向がよく判った。
・規格の改定について、とても参考になった。
・特定業界の意見であるので、規格化には時間がかかると考えられる。国外動向を見極め、反映させていく必要性を感じた。
・レーザー規制緩和について概要が理解できた。
・レーザ光源プロジェクタの安全性に対する各国規制とそれによる市場への影響がよく分かった。
・現在の業務でプロジェクタ用レーザ光源を開発しているため、再度そのモチベーションを確認させてもらった。ありがとうございます。
・技術的な解説をより充実して欲しい。
・後半が駆け足だったので。。。。

A.5　全体を通して

・非常に良かった。
・非常に有意義。
・勉強になった。ありがとうございます。
・各プログラムとも非常に分かり易く説明してもらい、大変参考になった。
・タイムリーに良い企画を立てていただき、大変勉強になった。
・これだけ世界の専門家が集合したのは珍しい。有意義だった。
・有意義だった。各種申請に関する具体的なステップなども知りたかった。
・大変時を得たテーマで役に立った。今後も引き続き同じテーマで講演して頂くと助かる。
・今まで知らなかったことを知ることができ有意義だった。また、このような機会を設けて頂きたい。
・今後も続けて欲しい。
・今後も同様のシンポジウムの開催を希望します。年に 2～3 回あれば、なお良い。
・姫路でのシンポジウムに問い合わせして、今回のシンポジウムを知った。傾向を知り得る良い機会だった。
・米国、欧州規格の考え方を知る良い機会となり、参加して良かった。今後の動向で、大きな変化がある場合に、このような場を設けて頂けるとありがたい。
・改めて国内・米国・欧州の現状を知り、参考になった。時間がかかっている様だが、スピード UP が求められると感じた。
・プロジェクタのレーザ安全について理解できた。スキャン型についても知りたい。
・レーザ製品以外、例えばレーザの研究開発を行うような現場での安全に対する考え方、JIS 等の規格との関連なども教えていただけると助かります。レーザ安全教育用ビデオなどがあると、現場での安全教育をするのに助かります。
・全体的に時間が短く、核心について充分な発表とＱ＆Ａが行えなかった。企画としては、Timely で今後も継続的に開催希望します。
・個々の技術的問題についての掘り下げた内容が必要。内容に対してのプレゼンの時間が短い。2 倍位の時

間を取って実施すればもっと良かったと思う。
・別の部会になるかも知れないが、安全性の判定をしている技術背景、評価手法の意味などを解説して欲しい。
・段取り、進行ともスムーズで良かった。
・会場のロケーションがとてもよかった。
・もう少し大きい会場の方が良いと思う。
・もう少し訳が分かり易くしてほしい。

B　レーザ安全関係IEC/ISO/JIS一覧表

2013.3.1　光協会

IEC

IEC 60825	版／発行年	表題 Safety of laser products	
60825-1	Ed.2 2007	Equipment classification and requirements	TC 76/WG 1+8
	Corr1 2008		TC 76/WG 1+8
	ISH1 2009		TC 76/WG 1+8
	ISH2 2011		TC 76/WG 1+8
	Ed.3 CDV		TC 76/WG 1+8
60825-2	Ed.3 2004	Safety of optical fibre communication systems (OFCS)	TC 76/WG 5
	Amd1 2006		TC 76/WG 5
	Ed.3.1 2007		TC 76/WG 5
	ISH 2008		TC 76/WG 5
	Amd2 2010		TC 76/WG 5
	Ed.3.2 2010		TC 76/WG 5
60825-3	TR Ed.2 2008	Guidance for laser displays and shows	
60825-4	Ed.2 2006	Laser guards	TC 76/WG 7
	Amd1 2008		TC 76/WG 7
	Ed.2.1 2009		TC 76/WG 7
	Amd2 2011		TC 76/WG 7
	Ed.2.2 2011		TC 76/WG 7
60825-5	TR Ed.2 2003	Manufacturer's checklist for IEC 60825-1	
60825-6	TS Ed.1 w/2004	Safety of products with optical sources, exclusively used for visible information transmission to the human eye	
60825-7	TS Ed.1 w/2004	Safety of products emitting infrared optical radiation, exclusively used for wireless 'free air' data transmission and surveillance	
60825-8	TR Ed.2 2006	Guidelines for the safe use of laser beams on humans	
60825-9	TR Ed.1 1999	Compilation of maximum permissible exposure to incoherent optical radiation	
60825-10	TR Ed.1 w/2010	Application guidelines and explanatory notes to IEC 60825-1	
60825-11	NP d/1999	Safety of lasers and laser equipment used in an industrial materials processing environment	
60825-12	Ed.1 2004	Safety of free space optical communication systems used for transmission of information	TC 76/WG 5
	Ed.2 CD		TC 76/WG 5
60825-13	TR Ed.1 2006	Measurements for classification of laser products	TC 76/WG 3
	TR Ed.2 2011		TC 76/WG 3
60825-14	TR Ed.1 2004	A user's guide	TC 76/WG 8
	TR Ed.2 CD		TC 76/WG 8
60825-16	TR Ed.1 PWI	Guidelines for the safe use of intense light source equipment on humans and animals	
60825-17	TR Ed.1 2010	Safety aspects for use of passive optical components and optical cables in high power optical fibre communication systems	TC 76/WG 5
	TR Ed.2 CD		TC 76/WG 5

JIS

対応国際規格			JIS	版／発行年	表題	
			C 6801	廃版/2010	レーザ安全用語	OITDA
IEC 60825-1	Ed.2	2007	C 6802	2011	レーザ製品の安全基準	OITDA
IEC 60825-2	Ed.3	2004	C 6803	2006	レーザ製品の安全-光ファイバ通信システムの安全	OITDA
	Ed.3.2	2010		H23後期区分申出		OITDA
IEC 60825-12	Ed.1	2005	C 6804	2006	レーザ製品の安全-情報伝送のための光無線通信システムの安全	OITDA

ISO

	版／発行年	表題	
ISO 6161	Ed.1 1981	Personal eye-protectors -- Filters and eye-protectors against laser radiation	TC 94/SC 6

JIS

対応国際規格	JIS	版／発行年	表題	
ISO 6161 Ed.1 1981	T 8143	1994	レーザ保護フィルタ及びレーザ保護めがね	(社)日本保安用品協会

IEC

	版／発行年	表題	
IEC 62471		Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems	
62471	Ed.1 2006	Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems	TC 76/WG 9
62471-1	Ed.2 ?		
62471-2	TR Ed.1 2009	Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety	TC 76/WG 9
62471-4	TR Ed.1 NP	Measuring Methods	TC 76/WG 9
62471-5	Ed.1 NP	Photobiological Safety of Lamp System for Image Projector	TC 76/WG 9
62778	TR Ed.1 2012	Application of IEC 62471 to light sources and luminaires for the assessment of blue light hazard	TC34/SC 34A

JIS

対応国際規格	JIS	版／発行年	表題	
CIE S 009 Ed.1 2002	TS C 0038	廃版/2011	ランプ及びランプシステムのための光生物学的安全性	
IEC 62471 Ed.1 2006	C 7550	2011	ランプ及びランプシステムのための光生物学的安全性	JELMA/JLA

IEC

	版／発行年	表題	
IEC 60601		Medical electrical equipment	
60601-2-22	Ed.3 2007	Particular requirements for the basic safety and essential performance of surgical, cosmetic, therapeutic and diagnostic laser equipment	TC 76/WG 4
	Amd1 2012		TC 76/WG 4
	Ed.3.1 2012		TC 76/WG 4
60601-2-57	Ed.1 2011	Particular requirements for the basic safety and essential performance of non-laser light source equipment intended for therapeutic, diagr	TC 76/WG 4
62471-3	Ed.1 NP	Safety of intense pulsed light source equipment - Guidelines for the safe use of intense pulsed light source equipment on humans	TC 76/WG 4

ISO

	版／発行年	表題	
ISO 11553		Safety of Machinery - Laser processing machines	
11553-1	Ed.1 2005	General safety requirements	TC 76/JWG 10
11553-2	Ed.1 2007	Safety requirements for hand-held laser processing devices	TC 76/JWG 10
11553-3	Ed.1 CDV	Safety requirements for noise reduction and noise measurement methods for laser processing machines and hand held laser proc	TC 76/JWG 10

IEC

	版／発行年	表題
IEC 61040	Ed.1 w/2011	Power and energy measuring detectors, instruments and equipment for laser radiation

－ 禁無断転載 －

平成 24 年度レーザ機器の安全・安心に関する調査研究
報告書

発　　行　2013（平成 25）年 3 月
編集・発行　一般財団法人光産業技術振興協会
〒112-0014 東京都文京区関口 1-20-10
住友江戸川橋駅前ビル7 階
電話（03）5225-6431